RAPPORT

SUR

L'ÉTABLISSEMENT DE CHEMINS DE FER EN SUISSE

PAR

MM. STEPHENSON *M. P.* et H. SWINBURNE,

Experts appelés par le Conseil fédéral.



RAPPORT

sur l'établissement de chemins de fer en Suisse par MM. R. STEPHENSON, *M. P.* et H. SWINBURNE, experts appelés par le Conseil fédéral.

Le Conseil fédéral

de la Confédération suisse.

Vu l'arrêté de l'Assemblée fédérale, d. d. 14 décembre 1849, aux termes duquel des experts impartiaux devront fournir un préavis sur le réseau de chemins de fer le plus conforme au but proposé donne à cet effet à MM. Rob. Stephenson et Swinburne de Londres, les instructions suivantes:

Art. 1.

Les experts appelés se feront remettre par le département des postes et travaux publics les matériaux nécessaires à l'appréciation convenable des questions posées, et en cas de besoin, ils les feront com-

pléter par le dit département. Ces matériaux doivent être recueillis pour toutes les lignes qui peuvent avec vraisemblance être considérées comme comprises dans le réseau général ou, avec raison, comme lignes concurrentes.

Art. 2.

Au nombre de ces matériaux sont:

1. Les cartes du bureau militaire;
2. les plans topographiques détaillés;
3. les profils en long;
4. les détails estimatifs;
5. la population des contrées situées des deux côtés de la voie;
6. des données sur le chiffre de la circulation des personnes et des marchandises dans les diverses directions des chemins projetés.

Art. 3.

Messieurs les experts parcourront les lignes projetées, et là où il s'agira de lignes concurrentes ou de difficultés particulières à surmonter, ils compareront les plans avec les localités. A cet effet, il leur sera adjoint au moins un ingénieur suisse.

Art. 4.

Messieurs les experts ont pour mission particulière de déterminer les directions principales à donner aux chemins de fer pour le plus grand avantage de la Suisse. Ils auront en même temps tout particulièrement égard aux lignes les plus productives, les plus favorables à la circulation intérieure et au transit, ainsi qu'à la défense du pays.

Art. 5.

Dans le préavis ils feront ressortir spécialement les

lignes à établir en premier lieu et simultanément; ils indiqueront ensuite celles qui devront être construites plus tard.

Art. 6.

On recommande une étude toute particulière et un examen approfondi des questions concernant la direction à laquelle on doit donner la préférence, lorsqu'il s'agit de deux projets importants en concurrence.

Des questions de cette nature se présentent entr'autres pour les communications ci-après :

1. Pour la communication entre Bâle et la ligne de l'Aar, en passant le Jura ou en suivant la vallée du Rhin;
2. pour la communication de la ligne de l'Aar et Lucerne par le Wiggerthal, le Seethal ou la vallée de la Reuss;
3. pour la communication entre Olten et Soleure, par la rive gauche ou par la rive droite de l'Aar;
4. pour la communication entre Soleure et Yverdon par Bienne et Neuchâtel, par Aarberg, Morat et Payerne, ou par Aarberg, Cudrefin et Estavayer;
5. pour la communication entre la ligne de Zurich à Winterthur et la ligne du Lukmanier à Rorschach par Weinfelden ou par St.-Gall.

Art. 7.

MM. les experts examineront, si un passage par les Alpes au moyen d'une voie ferrée serait exécutable en raison des frais et du rapport présumé, et par quelles constructions et moyens de transport, ces passages pourraient s'exécuter de la manière la plus

convenable. A cet effet ils soumettront le projet du Lukmanier à un examen approfondi et faisant usage des matériaux existants, ils rechercheront si un autre passage ne pourrait pas être établi d'une manière plus avantageuse.

Berne, le 7 juin 1850.

Au nom du Conseil fédéral suisse :

Le Président de la Confédération,
H. Druey.

Le Chancelier de la Confédération,
Schiess.

Considérations générales.

Les conditions brièvement énumérées dans ce programme ne sauraient être abordées sans un profond sentiment de la responsabilité qu'elles imposent, et da la haute importance de cette question pour l'avenir d'une partie considérable du pays ; question qui touche à des intérêts si compliqués et si variés, qu'un étranger doit craindre de l'aborder, quelque flatté qu'il soit du reste, par l'appel fait à son jugement.

Le voyageur qui arrive en Suisse est vivement frappé du contraste que les routes y présentent avec celles des pays voisins, où les voies ferrées ont actuellement remplacé presque partout les chemins ordinaires. En Snisse les routes ont atteint un degré de perfection qn'on ne retrouve nulle part ailleurs, excepté en Angleterre, résultat dû aux habitudes actives et industrieuses des habitants, et au soin qu'ils apportent à l'entretien de ces routes, ce à quoi ils sont obligés par la rigueur du climat.

Sans aucun doute, cette circonstance a puissamment contribué à attirer en Suisse le transit des marchandises et tout ce qui se rattache à l'industrie des voituriers, et l'anxiété qu'on y montre pour le maintien de cet état de choses, témoigne hautement des avantages que les cantons retirent de leurs grandes routes.

De fait, si l'établissement des chemins de fer autour des frontières de la Suisse était moins avancé,

il est douteux que les populations, sauf l'intérêt du commerce avec l'étranger et des manufactures étrangères, retirât aucun avantage du remplacement par des chemins de fer, des routes actuelles en si parfait état.

C'est une question qui a été mûrement examinée; mais après avoir reconnu la nécessité d'adopter, autant du moins que la nature du pays le permettra, les nouveaux moyens de rapide communication, la Suisse a dirigé vers la création d'un réseau de chemins de fer, cette même énergie qui a vaincu les obstacles du St.-Gothard et de la Via Mala. Ce réseau doit servir toutes ces artères par lesquelles s'opère aujourd'hui la circulation sur le territoire suisse, et, en même temps offrir à l'industrie nationale et aux produits du pays, les plus grandes facilités pour les communications et le transport.

Les questions qui se rattachent à l'établissement d'un réseau de chemins de fer, embrassant tous les cantons, exigent la plus sérieuse et la plus profonde attention. Au premier coup-d'œil la variété des intérêts leur donne l'apparence d'être opposés les uns aux autres; cela provient de ce qu'en général l'esprit de localité ne veut pas porter ses vues au-delà des frontières du canton; il refuse d'étudier la question dans l'intérêt général de la Confédération envisagée dans son ensemble, et dont le bien-être et la prospérité ne sauraient pourtant manquer de se faire sentir jusque dans les moindres fractions qui la composent.

Si donc, dans le plan d'un réseau il était accordé à une section particulière quelque prépondérance aux dépends des autres, cette circonstance suffirait à elle

seule pour faire avorter le projet, ou conduirait plus tard à de grandes et improductives dépenses pour annuller cette inégalité dans la répartition des avantages.

Ce sont là des inconvénients qui ont été rudement éprouvés dans les pays où des chemins de fer, établis de prime abord sans avoir égard à l'ensemble des intérêts qu'ils auraient dû servir, assurèrent à quelques privilégiés des avantages qui auraient dû appartenir à tous.

Nulle part ce système n'a prévalu plus qu'en Angleterre, parce que dès l'origine le parlement fut sous cette impression erronnée, que la concurrence ne saurait être trop excitée entre les intérêts rivaux, et que le public en retire toujours tout le bénéfice. Les résultats en ont été déplorables ; plusieurs entreprises bien conçues et qui méritaient un entier succès, ont été complétement ruinées ; le public n'a pas joui de cette concurrence qui devait lui assurer de si grands bénéfices, et des compagnies de lignes improductives s'entendent entr'elles pour l'adoption de combinaisons et d'arrangements, qui leur permettent d'extorquer du public, le plus possible, avec la moindre dépense possible, ce qui aboutit tout naturellement à réduire d'une manière notable les facilités sur lesquelles on espérait pouvoir compter.

L'erreur la plus fatale et la plus évidente dans laquelle l'Angleterre et d'autres pays ont été entraînés dans ces dernières années, c'est l'admission de ce principe, qu'entre d'eux points donnés, la ligne la plus courte est la meilleure, sans tenir compte des intérêts collatéraux. Non-seulement les compagnies qui protégèrent l'établissement de certains chemins

de fer, partagèrent cette erreur, mais malheureusement la législature les y encouragea.

Le résultat a été l'enfouissement infructueux d'un énorme capital. Ce mal ne peut pas être estimé seulement par le coût des lignes considérées comme superflues, mais l'influence de ces lignes s'étend sur d'autres qui ont été établies dans la confiance que la circulation d'une contrée leur serait exclusivement réservée et leur assurerait un bon intérêt pour le capital employé.

Ces désastreux résultats, et bien d'autres encore qui en sont la conséquence, doivent être attribués à ces deux graves erreurs : qu'une concurrence illimitée est un bien et que la ligne la plus courte, sans tenir compte ni de la population ni des circonstances et des accidents de terrain du pays qu'elle traverse, doit être considérée comme la meilleure.

Dans quelques cas ces erreurs ont été démontrées d'une manière si frappante, que de nouvelles lignes, construites expressément pour épargner quelques kilomètres et en grande partie pour le transport rapide des marchandises, ont été abandonnées par ceux mêmes en faveur de qui elles avaient été projetées. Cela provient de ce que les lignes directes ne touchant pas aux grands centres de population intermédiaires, rendent ainsi obligatoires des embranchements, et multiplient les points de jonction avec la ligne principale.

Ces points de jonction interviennent d'une manière si sérieuse avec la vitesse, premier but de la ligne courte, que non-seulement on a reconnu qu'ils annullent l'économie de temps qu'on voulait avoir,

mais encore qu'ils augmentent la somme totale du temps employé au voyage.

Autre inconvénient : multiplier les points de jonction dans un réseau de chemins de fer, n'est pas simplement perdre du temps, c'est aussi augmenter considérablement les difficultés de la route pour le voyageur, et les risques d'irrégularité dans le transport des marchandises.

La Suisse est en position de profiter de ces exemples ; les obstacles physiques que présente la conformation du pays, et qui ne peuvent être toujours évités, lui font un impérieux devoir de ne pas perdre le fruit de cette expérience ; autrement les conséquences de ces erreurs, si nous prenons en considération les ressources limitées de la Suisse, seraient déplorables pour elle, bien plus encore qu'elles ne l'ont été en Angleterre.

Les circonstances qui ont présidé au projet de créer en Suisse un réseau de chemins de fer, sont favorables, en ce qu'il n'existe réellement aucun établissement du même genre qui lui puisse faire concurrence ; le champ est donc libre, la manière dont la population est répartie sur le sol peut être l'objet d'un examen impartial et approfondi ; chaque localité peut apporter dans la balance le juste poids de son influence, bien qu'il ne sera pas toujours possible d'allouer exactement à chacune la part de prépondérance à laquelle sa population ou sa position peut lui donner droit, parce que la dépense serait trop disproportionnée ou l'atteinte portée au système général trop forte. De tels cas ne peuvent manquer de se présenter ; si leur influence est assez grande pour modifier sensiblement le plan général, on s'é-

loignera inévitablement du but proposé, qui est, la création d'un ensemble raisonné, calculé sur les besoins généraux et répondant aux espérances du pays.

En Suisse la surface inégale du sol appelle nécessairement l'attention de l'ingénieur sur l'importante question des pentes. Il est vrai, que ce sol est heureusement entrecoupé d'un grand nombre de belles et fertiles vallées qui offrent de grandes facilités pour la construction de chemins de fer ; il n'est pas moins heureux que la masse de la population se soit établie dans ces vallées. Mais, dans quelques cas, la direction de ces vallées ne correspond pas avec la ligne géographique la plus naturelle et par conséquent la meilleure, entre quelques villes principales et les districts populeux qui les avoisinent.

Quoique ces cas soient rares, ils n'en exigent pas moins une sérieuse étude en raison de l'importance des intérêts qu'il faut protéger, et plus particulièrement encore parce que toute déviation de la principale vallée forcerait bientôt l'ingénieur d'admettre des pentes atteignant les dernières limites d'action d'une locomotive, quelquefois les dépassant de beaucoup, et nécessitant de longs et dispendieux tunnels.

Dans de semblables cas, deux modes s'offrent à l'ingénieur pour établir le tracé d'un chemin de fer.

1. Profiter des bords du torrent qui coule au fond de la vallée, dont il suit la direction générale et qui offre ordinairement une surface favorable, s'élever ainsi jusqu'au point où la pente dépasse celle que peut franchir une locomotive, sans danger et sans une dépense trop forte. Là, il faut ou continuer par des plans inclinés, sur lesquels un appareil fixe est seul applicable ou, s'enfonçant dans le ter-

rain, creuser un tunnel. Ce dernier moyen d'éviter des plans inclinés trop rapides sur lesquels on emploie l'appareil fixe est rarement praticable en Suisse, à cause de l'immense longueur du tunnel nécessaire pour unir les points sur les versants opposés, où la locomotive peut de nouveau être employée avec avantage et sûreté.

On reconnaîtra que, généralement parlant, le moyen le mieux adapté aux difficultés de ce genre, est la combinaison des plans inclinés et des tunnels de longueur modérée. En principe cela est vrai, partout où la vapeur peut être employée sur les plans inclinés, mais ce l'est bien plus encore là où il y a une force d'eau abondante, surtout si elle se présente sous sa plus simple forme, celle d'un volume disponible au sommet du plan incliné ; descendant d'un côté par un train, elle fait remonter de l'autre par son poids, le convoi qui doit atteindre le sommet de la pente.

2. Le second mode d'établir le tracé, est de répartir la hauteur totale qu'il s'agit de franchir, sur une pente dont l'inclinaison soit aussi uniforme que possible, de manière à utiliser la locomotive sur la plus grande étendue possible ; puis de recourir à un tunnel pour réunir les deux points sur les deux versants, au-delà desquels la pente est trop forte pour que la locomotive puisse la gravir.

Lorsque la pente moyenne de la vallée permet l'adoption de ce système, et que la longueur du tunnel n'est pas trop considérable, ce mode sera probablement le meilleur. Cependant cette opinion n'est pas sans restrictions, son plus ou moins de praticabilité dépend de la forme des flancs de la vallée, car s'ils sont trop abruptes et accidentés, ce qui n'est pas

rare, la dépense devient exagérée. Or, ce caractère domine dans les vallées de la Suisse, de sorte que ce mode nécessiterait la construction d'ouvrages considérables et dispendieux, et, de plus, il offre ce grave inconvénient qu'un chemin de fer dans une vallée dont les côtés sont abruptes, est difficilement accessible aux populations avoisinantes.

Il est évident que l'emploi de ce système, dans les circonstances ci-dessus énoncées, dépend matériellement du maximum de pente que la locomotive peut parcourir. Cela nous amène à une question très controversée et sur la solution de laquelle les ingénieurs semblent être chaque jour moins d'accord.

Lors de l'introduction de la locomotive pour le transport des voyageurs, son poids fut limité entre 5 er 6 tonnes (100 à 120 quintaux) : dans ces limites sa puissance était très-bornée, et dépassait à peine le poids du convoi qu'elle trainait ; d'où il s'en suivit que les plus faibles pentes furent de sérieux obstacles, car la rapidité de la marche et le poids du convoi, mu par une seule locomotive, étaient considérablement réduits, dès que la pente augmentait.

Le perfectionnement des machines depuis l'époque à laquelle nous faisons allusion, a été rapide et notable ; leur poids, et par conséquent, leur puissance, ont été graduellement augmentés, jusqu'à une limite qu'il semble bien difficile de dépasser, car le poids d'une locomotive est devenu si énorme, que la solidité et la durée des rails s'en ressentent très-sérieusement, à tel point qu'en Angleterre, des compagnies ont été obligées de revenir aux anciennes notions, en adoptant pour leurs chemins de fer des machines plus légères.

Sans entreprendre de décider quelles améliorations futures remédieront à ces inconvénients, nous dirons que la prudence exige que, dans tous les calculs de la puissance des locomotives et de leur *capabilité* *) de franchir une pente sensible, on ne soit guidé que par des faits jusqu'à présent clairement établis.

Avant de conclure sur ce sujet, il est intéressant de jeter en arrière un coup d'œil sur les progrès successifs qui ont amené les locomotives à avoir la puissance qu'elles ont maintenant, et ont permis de se servir de pentes rapides.

Dans l'origine, quand les locomotives marchaient à raison de 12 milles anglais (20 kilomètres) à l'heure, la résistance du convoi était avec raison considérée comme se composant de deux éléments principaux : le frottement des essieux et le degré de pente à monter. L'un et l'autre de ces éléments se retrouvent toujours les mêmes, tant que les conditions ne sont pas changées. Ainsi, si la machine entraînait une charge entière, la moindre altération sensible dans l'inclinaison de la ligne, occasionnait une grande augmentation dans la résistance, et la puissance de la locomotive devenait insuffisante. Obtenir une pente favorable fut donc de la plus grande importance, et sans aucun doute, il est des circonstances où l'on ne saurait en exagérer la valeur; par exemple, lorsque de grandes quantités de matériaux doivent être transportés à marche lente, la vitesse n'étant qu'un objet secondaire,

---

*) Ce mot n'est pas français, mais tout le monde le comprendra, et il exprime strictement le sens voulu.

un chemin de fer à peu près horizontal est d'une valeur inestimable.

Dans le nord de l'Angleterre, où le transport de la houille fait le principal revenu des chemins de fer, l'établissement de pentes favorables est d'une importance vitale. La réflexion rend ce fait évident. Les convois sont rarement de moins de 200 à 300 tonnes; ils exigent à peu près la totalité des forces de la plus puissante machine sur un chemin parfaitement plat; avec un tel chargement la moindre augmentation dans la résistance lui fait dépasser la force de traction, une pente de 3 pour mille double presque cette résistance, et la force de traction effective en est diminuée dans la même proportion. De fortes pentes seraient donc un obstacle insurmontable pour le transport du charbon, ou de tout autre article dont la valeur intrinsèque n'est rien, comparée au prix de transport.

On évalue à un franc par kilomètre, les frais de traction d'un convoi de cette nature, contenant de 200 à 300 tonnes et marchant avec une vitesse modérée, et le prix payé au chemin de fer, s'élève rarement au-delà de cinq centimes par tonne et par kilomètre. Il est évident que vingt tonnes ajoutées au convoi augmentent le revenu, c'est-à-dire, le produit lucratif de la machine, d'une somme égale aux frais de traction. Sans déterminer ici exactement la pente qui entraînerait une diminution équivalente dans le poids du convoi, il suffit de dire que cette pente serait infiniment petite; il faut donc reconnaître que, dans les circonstances que nous venons de décrire, l'avantage des pentes favorables ne saurait être estimé trop haut.

Telles furent les circonstances qui dans l'origine engagèrent à mettre tant de prix à établir les chemins de fer sur un parfait niveau; cette opinion s'est maintenue jusqu'à ce moment parmi les ingénieurs, partout où les mêmes conditions se représentent.

Lorsque la grande vitesse devint une des conditions des chemins de fer, un fait très-inattendu se révéla: l'on vit la résistance ne plus se composer seulement du frottement des essieux et de la composante de la pesanteur sur les pentes, mais aussi de l'atmosphère, dont l'action fut telle que sa résistance égala à elle seule celle que jusqu'alors on avait cru être la résistance totale opposée au convoi, et, de plus, on reconnut bientôt qu'elle augmentait à peu près comme le carré de la vitesse.

Pour bien comprendre l'action de cet important élément, admettons que la force de traction de la machine soit constante, ce qui est à peu près vrai dans les limites de la vitesse pour laquelle les machines sont construites;

appelons cette force de traction t,

W, le poids du convoi,

Wf, le frottement des essieux et des roues,

Wg, la résistance de gravité sur une pente donnée,

WV^2C, la résistance atmosphérique, C étant un coefficient donné par l'expérience; nous avons approximativement:

$$t = W(f + g + V^2C)\ ^*).$$

---

* Le terme W ne peut être pris comme facteur commun que dans un sens approché, vu que le frottement des essieux ne dépend que d'une partie du poids du convoi,

Il a été dit que, quand la vitesse est très-grande, le dernier facteur V^2C, égale ordinairement, et dépasse fréquemment la somme des deux autres; si donc nous supposons que la vitesse diminue, la force absorbée par l'atmosphère se confondra avec la valeur du second terme de notre formule; elle l'augmentera d'autant, ce qui équivaudra à une augmentation de pente *). En fait, la résistance de l'atmosphère peut être convertie entièrement ou partiellement en gravité, c'est-à-dire, si la vitesse se réduit à 10 ou 12 milles (16 ou 20 kilomètres) à l'heure, la résistance de l'atmosphère peut être considérée comme nulle et par conséquent, convertie en gravité **), si, d'un autre côté, la vitesse est modérée, alors une portion seulement de la résistance atmosphérique est convertible.

---

et que ce poids n'est pas toujours proportionnel à la surface opposée à l'air.

*) Comme (ainsi que nous l'avons remarqué plus haut) la force de traction t est à peu près constante pour chaque machine; comme d'un autre côté la valeur de f peut aussi être considérée comme à peu près constante, on peut ne plus envisager que deux termes dans l'équation savoir g et V^2C; la somme de ces deux termes doit aussi être constante puisqu'elle est contenue dans la quantité t, mais ces deux termes sont variables entre eux de telle sorte que quand g diminue ou augmente, le terme V^2C et par conséquent la vitesse V peut augmenter et doit diminuer.

(Note du traducteur.)

**) Le nombre de kilogrammes exprimé par V^2C et s'appliquant à chaque tonne du convoi, peut être converti en un nombre semblable de millimètres de pente, parce que la résistance de la pesanteur par millimètres de pente est de 1 kilogramme par tonne. (Note du traducteur.)

Ce fait, et la loi qui le gouverne, expliquent clairement l'extension remarquable qui, dans ces dernières années, s'est manifestée dans le domaine de la locomotive. Il est devenu possible d'établir des chemins de fer avec une dépense modérée dans des contrées difficiles où les transports de grosses marchandises sont rares, résultat qui a certainement dépassé les espérances les plus flatteuses de ceux qui donnèrent la première impulsion au système des chemins de fer.

Cette dernière combinaison convient particulièrement aux circonstances dans lesquelles se trouve la Suisse où, par le moyen de puissantes machines, une vitesse considérable peut être maintenue dans un long parcours de vallées, quoique sur toutes les lignes d'une certaine étendue, il se présente des pentes rapides qui devront être surmontées.

Aussitôt que l'on eut généralement reconnu cette *flexibilité* dans la puissance de la machine locomotive, l'on entreprit de la porter à l'excès. C'est à peine si l'on voulait admettre qu'il y eût aucune condition, aucune situation assez défavorable pour rendre impossible l'emploi des machines à vapeur. On ne peut nier que l'expérience ait démontré que la locomotive est capable de surmonter des pentes assez fortes; mais dans l'étude d'un système de chemins de fer, comme celui dont nous nous occupons, la question n'est pas quelles sont les difficultés qui peuvent être vaincues, mais quelles sont celles qui peuvent l'être facilement et économiquement.

L'emploi de la locomotive peut être et a été introduit là où les appareils fixes sont de beaucoup préférables au double point de vue de l'économie et de la promptitude.

Ici nous touchons un point très-important en ce qui concerne le système qu'on propose d'introduire en Suisse pour les chemins de fer, à savoir : jusqu'où poussera-t-on l'emploi de la locomotive, et où commencera l'usage des appareils fixes ?

Dans l'examen de cette question, plusieurs éléments doivent être pris en considération, par exemple, les dépenses comparatives pour établir une pente uniforme le long des flancs irréguliers d'une vallée, ou pour suivre les thalwegs, ainsi que nous l'avons dit plus haut ; un autre point, non moins important, c'est le coût des appareils fixes et la facilité de les obtenir.

Heureusement que sur ce sujet il n'y a pas possibilité en Suisse de différer d'opinion Partout on y rencontre d'abondants cours d'eaux ; une faible partie de cette force motrice sert à l'industrie, mais à la veille de tirer parti d'un système de locomotion perfectionné, il est naturel de rechercher si cette puissance surabondante que la nature offre à l'homme, ne peut pas compenser à un certain degré pour la Confédération, la vaste étendue de montagnes et les autres circonstances défavorables de son territoire.

Dans l'esprit des personnes qui ont pu juger en Angleterre et en Amérique de l'emploi considérable qu'on y fait des appareils fixes, il ne saurait s'élever aucun doute sur la convenance d'utiliser pour les chemins de fer, ces forces naturelles et peu dispendieuses. L'économie, la facilité de l'usage, l'efficacité et la sûreté des moyens quand l'emploi en est judicieux, tout tend à démontrer l'utilité et le prix de cette puissance pour établir des chemins de fer dans des contrées montagneuses.

Dans la plus grande partie du système proposé à la Suisse, la direction des lignes coïncide avec celle des principales vallées ; mais il y a quelques exceptions, et à l'approche de la région des Alpes il n'y a plus de probabilité que les locomotives puissent servir ; seuls, les appareils fixes peuvent être employés pour franchir ces chaînes élevées. Le passage du Jura offre aussi une occasion favorable de tirer parti de cette puissance des cours d'eau qu'on a sous la main.

Les préjugés soulèveront sans doute bien des objections contre cette opinion, objections basées principalement sur la crainte vague de l'inconnu ; on dira que le moyen est nouveau, dangereux, sujet à des retards, qu'il n'a pas été mis à l'épreuve. Ces objections sont sans fondement, et s'il est vrai que les cours d'eau n'ont peut-être pas été très-généralement employés pour un pareil service, il en existe cependant des exemples. (Voyez note A.)

Quant au danger supposé, on peut citer de nombreuses preuves que l'usage des plans inclinés et des câbles n'a pas amené une plus grande proportion d'accidents que tout autre système.

Quant au délai, il est admis que les plans inclinés ne doivent pas être parcourus à grande vitesse, c'est même la seule objection légitime qu'on puisse élever contre leur emploi, objection qui doit être pesée pour chaque cas spécial.

D'un autre côté, c'est un argument qui a une grande force que, lorsque l'eau peut être employée convenablement, ce moyen de transport laisse tous les autres derrière lui, au point de vue de l'économie.

Après une si forte évidence en sa faveur, ce serait un sujet de vif regret, si des préventions devaient entraver l'emploi d'une puissance qui, ménagée avec soin et jugement, accroîtra probablement l'utilité et facilitera l'économie des chemins de fer dans les montagnes, à un degré difficile à prévoir.

Les avantages de cette application des forces de l'eau, soit comme agent indépendant, soit comme auxiliaire de la locomotive, ne se bornent pas à une diminution dans les frais d'exploitation, mais ils réduisent aussi d'une manière très-sensible les dépenses de construction.

Examinons maintenant jusqu'à quel point il est désirable d'étendre l'usage des locomotives, en d'autres termes, quel est le maximum de pente qui en permet encore l'emploi avec économie et avantage.

En abordant cette question, il importe de bien se pénétrer de l'idée qu'elle est influencée par un si grand nombre de différents éléments qui dépendent eux-mêmes de tant de conditions locales, qu'il sera presque impossible pour la solution de ce problème de trouver une loi générale et invariable, aussi bien que de trouver dans l'exploitation des chemins de fer deux cas absolument semblables ; et c'est ici la source d'une erreur très-répandue au sujet de la puissance des locomotives.

Nous citerons comme exemple : le plan incliné appelé *Lickey* sur le chemin de fer de Birmingham à Glocester.

Ce plan incliné a deux milles anglais (3 kilomètres ¼) de longueur et sa pente est de 27 pour mille. De puissantes locomotives font le service pour franchir la montée, opérant comme force auxiliaire, avec

un succès incontestable ; on maintient ainsi une vitesse considérable, mais jamais on n'a pu en établir le coût exact, parce que la dépense est tellement mêlée avec les frais de toute la ligne, qu'une analyse précise est impossible. Une évaluation approximative a cependant été faite par des personnes compétentes, et il en est ressorti que tandis que la dépense moyenne sur tout le reste de la ligne ne s'élève pas à 1 shilling et 2 pence par mille (91 centimes par kilomètre), sur le plan incliné, elle dépasse 4 shillings (3 fr. 12 centimes par kilomètre). Ce surplus de dépense sur deux milles, n'est qu'une fraction insignifiante du tout, et s'aperçoit à peine dans le résultat général.

Mais quoique dans ce cas, et d'autres semblables, il puisse être avantageux de recourir à un expédient si coûteux pour surmonter une difficulté, il ne s'ensuit nullement qu'une pareille pente puisse être prudemment adoptée sur une plus grande étendue.

Le même raisonnement s'applique naturellement à d'autres cas analogues, qui, cependant, ne permettent pas de tirer cette conclusion, qu'une locomotive peut être employée sans danger sur un plan incliné de 1 sur 37 (27 pour mille). Ce ne sont pas là des cas normaux, mais exceptionnels. Lorsqu'une locomotive est appelée à desservir une suite de pentes défavorables sur une grande longueur, l'indication exacte qu'elle en a le pouvoir est dans la force moyenne que l'on obtient de la locomotive habituellement, dans un usage journalier, et pendant un long période de temps, et non pas dans ces cas exceptionnels où une force extraordinaire est déployée pendant quelques minutes seulement.

L'expérience a suffisamment prouvé que la force de traction continue que peuvent produire quelques locomotives, du nombre des plus puissantes et des plus efficaces, ne dépasse certainement pas 1500 kilogrammes à une vitesse très-modérée; d'où il s'en suit, qu'une machine avec son tender pesant ensemble 30 tonnes ne produira aucun résultat au-delà de la traction de son propre poids sur une pente de 1 sur 22 (45 pour mille), si la pente est seulement de 1 sur 40 (25 pour mille) la machine entraînera environ 21 tonnes; tandis que, sur une surface horizontale, la même machine traînera 300 tonnes avec la même dépense de force *). Ces faits suffisent pour prouver qu'aucun résultat fructueux, au point de vue financier, ne peut être obtenu de l'emploi de locomotives sur des pentes dont l'inclinaison se rapproche de 1 sur 40 (25 pour mille).

Il ne faut pas oublier que, dans les cas souvent cités à l'appui de l'opinion opposée, et dont nous avons plus haut mentionné l'un des plus remarquables, on a toujours recours à l'aide d'une seconde locomotive; c'est donc uniquement une question de puissance auxiliaire, et le problème se résume simplement en ces termes: quelle est la force auxiliaire qui doit être employée? Sera-ce une seconde locomotive, un appa-

*) Quoique ce nombre soit écrit dans le manuscrit anglais, nous pensons qu'il est exagéré et qu'il ne peut dépasser 150 ou 180 tonnes, et cela pour deux raisons, d'abord parce que la résistance opposée par la pesanteur sur une inclinaison de 25 pour mille n'excède que de 5 ou 6 fois celle qui existe sur un plan horizontal, et ensuite parce que la résistance de traction à une vitesse ordinaire n'est pas inférieure à 8 ou 10 kilogrammes par tonne. (Note du traducteur.)

reil fixe, ou bien l'emploi de l'eau lorsqu'il s'offrira dans des circonstances favorables?

Cette lutte entre la locomotive et l'appareil fixe, sera presque toujours résolue par le caractère spécial et l'importance de la circulation. Par exemple, pour les trains légers qui servent au transport des voyageurs, la locomotive sera préférée, mais pour des convois lourds et considérables, l'appareil fixe offre de plus grands avantages. Il est impossible de préciser ici le point où ces deux systèmes sont l'équivalent l'un de l'autre, parce qu'il dépend de la nature des transports, de l'inclinaison des pentes, de la lon gueur de la section sur laquelle la force auxiliaire doit être employée, du prix du combustible, du taux des salaires etc. etc.

Tous ces éléments qui compliquent la question disparaissent, cependant, lorsqu'il ne s'agit que de l'emploi d'une force hydraulique, surtout là où l'on peut se la procurer facilement et à bon marché. En Suisse, ce cas est fréquent; il se présente particulièrement au passage du Hauenstein, où l'on a sous la main une grande abondance d'eau; là, son emploi doit être envisagé comme remplaçant cette force auxiliaire à laquelle on a recours sous la forme de locomotive ou d'appareil fixe, pour surmonter sur d'autres chemins de fer, des plans inclinés trop rapides. La seule différence apparente est qu'en se servant de l'eau, l'emploi d'un cable est d'une nécessité inévitable; pour quelques personnes c'est une grande objection, au point de vue de la sûreté.

Cette objection est plus spécieuse que réelle, car rien de plus simple que les moyens en usage pour pa er d'une manière efficace aux chances d'un accident

Si les opinions que nous venons d'exposer sont admises, il faut en déduire les principes suivants qui doivent dominer dans le plan d'un réseau de chemins de fer en Suisse.

1. Les lignes doivent suivre la pente naturelle des vallées sur les bords du principal cours d'eau, autant que le terrain le permet, jusqu'à ce que l'inclinaison se rapproche de 1 sur 60 (16 à 17 pour mille).

2. Le surplus de la montée doit être réparti en plans inclinés d'environ 2 à $2^1/_2$ kilomètres de longueur et sur lesquels l'eau servira de force auxiliaire à la locomotive.

3. Cette suite de plans inclinés s'étendra jusqu'au point où il faudra percer un tunnel de longueur modérée, si toutefois ce tunnel ne peut pas être évité. En établissant les plans inclinés il ne faudra jamais perdre de vue que la pente ne doit pas dépasser la proportion de 1 sur 30 (33 pour mille), à moins que la localité ne le rende absolument impossible.

Etude des différentes lignes composant le réseau de chemins de fer projetés.

L'étude très-attentive à laquelle a été soumis tout le champ du réseau qu'on se propose d'établir en Suisse, bien que la question soit à un certain point compliquée par le nombre des projets, a produit cette ferme conviction que les meilleures lignes pratiques sont au nombre de celles que nous allons examiner.

Le premier but de cette enquête a été selon les termes du programme, de déterminer les principales directions à donner aux chemins de fer pour le plus grand avantage de la Suisse, et d'offrir des facilités à la partie la plus considérable de la population et du commerce, avec le moindre sacrifice possible des ressources nationales.

Ce but a décidé le choix du système national des lignes recommandées ici, non pas tant comme les meilleures possibles dans chaque cas particulier, mais plutôt comme offrant la meilleure communication entre les différentes villes et contrées. On évite ainsi cette ruineuse multitude de lignes qui résulte ordinairement d'une première fatale décision prise, pour satisfaire quelque intérêt particulier ou certaines antipathies; l'Angleterre n'offre que trop d'exemples, instructifs, mais couteux, de l'oubli de cette importante vérité, que c'est la conciliation d'un grand nombre d'intérêts, chacun d'eux sacrifiant quelque chose de ses avantages individuels pour le bien général, qui seule peut

assurer à une grande ligne de chemins de fer, cette existence productive, sans laquelle aucun avantage ne peut en résulter.

L'énumération suivante renferme les principales lignes du réseau proposé.

1. Une ligne unissant Bâle et les chemins de fer du Rhin qui y aboutissent, au grand bassin de l'Aar et de ses affluents, ouvrant un accès facile à la plus grande partie de la population suisse.
2. Une grande ligne principale qui suit la large vallée de l'Aar dans toute son étendue, depuis les lacs du Jura au confluent de la Reuss et de la Limmat; remonte le cours de cette dernière rivière jusqu'à Zurich et, s'étendant d'un côté de Zurich au lac de Constance, de l'autre côté, de Soleure au lac de Genève, forme ainsi une grande ligne de transit à travers tout le territoire suisse du Nord-Est au Sud-Ouest.
3. L'union de cette ligne Est-Ouest avec Lucerne, pour la relier au passage du St.-Gothard, de même que le bassin du lac de Zurich la met en rapport avec le Splugen et les autres passages dans les Grisons.
4. Une ligne Sud de transit depuis le rivage du lac de Constance (avec embranchement vers les lacs de Wallenstadt et de Zurich), par la large vallée du Rhin supérieur jusqu'au centre des Grisons, d'où elle pourra être prolongée plus tard à travers les Alpes, avec la coopération des pays voisins qui y sont intéressés.
5. Une branche unissant Berne, ville fédérale, avec la ligne principale.
6. Un certain nombre de lignes moins considé-

rables pour desservir les centres de population qui ne seront pas sur les principales lignes de transit, en particulier Schaffouse et Winterthur; Berne et Thun, cette dernière pourra devenir une ligne importante pour le commerce à l'intérieur; enfin Lugano, Bellinzona et Locarno qui, de toutes les lignes que nous venons de nommer, est malheureusement celle qui traverse les contrées les plus difficiles pour l'établissement d'un chemin de fer.

Aucune des parties de ce réseau n'a autant d'importance que la première; elle relie Bâle, le plus grand marché de la Suisse, aux passages des Alpes et à Zurich, chef-lieu de l'industrie manufacturière. Aussi, cette ligne est-elle entre toutes, celle dont le public s'est d'abord préoccupé; le chemin de fer de Zurich à Bâle n'est resté à l'état de projet que par suite des difficultés que présente la vallée au-dessous de Baden, et par les circonstances géographiques extrêmement désavantageuses de la direction qui paraît être la plus naturelle sous le rapport de la pente; nous voulons parler des bords tortueux et peu peuplés de l'Aar inférieure et du Rhin, ce dernier fleuve formant ici la frontière suisse. Ce n'est pas tout; la moitié de la vallée fait partie d'un pays étranger dont la population ne contribuerait ni aux dépenses pour la création, ni aux garanties pour le maintien de l'entreprise, d'autant moins que, tôt ou tard, cette contrée sera probablement dotée d'un chemin de fer stratégique, quelque fatale que soit cette concurrence

pour la prospérité financière des deux lignes parallèles.

D'un autre côté la pente graduelle de la vallée est si insensible qu'elle n'exercerait aucune influence sur l'exploitation d'un chemin de fer, la dépense des travaux ne dépasserait pas la moyenne dans le système que nous examinons, à l'exception de l'inévitable section qui s'étend entre Baden et Brugg. Sur quelques points cette ligne présente aussi des difficultés de terrassements qui rendront peut-être obligatoire d'outrepasser les évaluations.

LIGNE DE LA VALLÉE DU RHIN

Cette ligne jusqu'à Brugg a une longueur de 70 kilomètres ; la dépense est évaluée à 12,200 000 fr. de Fr., avec les travaux pour une double voie, mais une seule ligne de rails. Il faut ajouter environ 1,800,000 fr. pour le matériel ; total 14 millions de francs de France. On estime que la durée du trajet de Bâle à Brugg serait de $2^1/_2$ heures, y compris les temps d'arrêt aux stations.

Les relations actives et les rapports intimes entre Bâle et la vallée de l'Ergolz, Liestal et le pays avoisinant, ainsi que la circulation par le Hauenstein, le versant méridional du Jura et les passages dans les Alpes, ont naturellement suggéré l'idée de chercher à concentrer tout ce commerce et celui de Zurich sur une ligne aboutissant dans la vallée de l'Aar, à Olten, et ne différant pas d'une manière appréciable quant à la longueur, de la ligne de la

vallée du Rhin. Les objections que soulève ce projet, se résument brièvement en ceci: une élévation de 120 mètres, et un grand tunnel à travers le Jura. Toutefois, à supposer que la construction de la ligne de l'Est à l'Ouest soit décidée, la longueur de cette portion du réseau serait diminuée de 33 kilomètres, économie suffisante pour couvrir la dépense de ces grands travaux, s'ils sont judicieusement conduits; c'est ce que nous allons montrer.

LIGNE DU HAUENSTEIN.

La ligne du Hauenstein a été tracée selon le plus coûteux des deux modes décrits plus haut, c'est-à-dire, que pour arriver au point où le tunnel devient inévitable, elle suit les flancs irréguliers et abruptes de la vallée, par une pente dont l'inclinaison touche à l'extrême limite où une locomotive peut encore être employée (15 pour mille). La longueur du tunnel dépasse 3500 mètres, et la profondeur de quelques-uns des puits va au-delà de 220 mètres. Le coût de ce tunnel est évalué à 7 millions de fr. de Fr. La descente du côté méridional du tunnel, vers Olten, présente de très-graves difficultés, car le chemin de fer devra être tracé au milieu des rochers verticaux de l'un ou de l'autre côté du vallon de Trimbach, même si le tunnel est établi aussi bas que pourra le permettre le profil de la montagne, et en adoptant la pente la plus forte qu'on puisse admettre pour le service des locomotives.

Ces circonstances rendent très-difficile la jonction de cette ligne avec celle de la vallée de l'Aar, puisque cette jonction ne peut pas s'effectuer à Olten

même, sans un grand détour. Cet obstacle, et la lourde dépense des travaux nécessités par des pentes qui permettent l'emploi de la locomotive, indiquent clairement que cette ligne doit être traitée selon le premier mode que nous avons exposé, d'autant plus, qu'il se trouve précisément sur place des sources, assez abondantes pour assurer le service sur toute l'étendue des plans inclinés. Une seule source, près de la Gypsmühle, fournit dans la saison de la sécheresse, cent tonnes d'eau par heure.

Ce mode de construction assurerait une économie de 1000 mètres sur la longueur du tunnel, sans parler d'une diminution dans la profondeur des puits, d'environ 50 mètres; on ramènerait ainsi ce grand travail dans des limites où les chances d'une construction peuvent être plus exactement calculées, et la durée de cette construction considérablement raccourcie; de plus, en établissant sur les plans inclinés, trois lignes de rails (ainsi que cela est décrit dans la note A.) la largeur du tunnel pourrait et devrait être réduite de 25 pieds à 20 pieds, à (de $7^m,50$ à 6^m.) à l'exception d'une longueur d'environ 300 mètres où les trains se croiseront.

Dans ces dimensions réduites on pourra se dispenser en beaucoup d'endroits de revêtir les parois du tunnel, ce qui occasionnera une économie immense.

En établissant la ligne de cette manière, sa longueur totale entre Bâle et Olten serait aussi diminuée de deux kilomètres, et cette diminution porterait précisément au point où les travaux, selon le premier projet, seraient les plus considérables. Tout cela réuni, offre une économie de près de 4 millions de francs,

sur une évaluation très-large de 16 millions, qu'on réduirait ainsi à 12; à cette somme il faut ajouter pour les $7^{1}/_{2}$ kilomètres de plans inclinés, la dépense des cables en fil de fer et des appareils estimés à 200,000 fr., et 150,000 fr. pour 36 wagons réservoirs.

La dépense, ainsi réduite, se rapproche tellement de celle de la ligne du Rhin jusqu'à Brugg, qu'on peut considérer ces deux dépenses comme identiques, tandis que le capital nécessaire pour le matériel roulant, serait certainement moins considérable sur la ligne courte du Hauenstein, même en calculant largement la dépense de l'appareil hydraulique des plans inclinés.

Il se trouve que la distance d'Olten à Brugg, le long de la vallée de l'Aar, complète précisément la distance de 70 kilomètres qui existe entre Bâle et Brugg, en suivant la ligne du Rhin, mais le temps du trajet serait plus long d'une demi heure, tandis que de l'autre côte, le convoi de l'Ouest y gagnerait deux heures en admettant même qu'une vitesse extraordinaire serait maintenue sur la ligne du Rhin.

EMPLOI DES PLANS INCLINÉS POUR LE PASSAGE DU HAUENSTEIN.

Les détails suivants sur le mode d'établir toute la ligne de Bâle à Olten seront peut-être utiles et faciliteront la comparaison des frais d'exploitation sur les deux lignes rivales.

Commençons à Bâle. La position de la station a été un sujet fort discuté. Il n'y a pas de doute que mieux eut valu placer plus haut le chemin de fer de

Strasbourg, dès l'origine, et construire dans l'intérieur de la ville une station commune à ce chemin et à la ligne suisse; dans l'état actuel, il n'y a pas autre chose à faire que d'établir le débarcadère suisse dans la plaine au midi de la ville (position designée dans les deux projets en discussion), mais en ne faisant qu'un établissement provisoire, jusqu'à ce que l'expérience ait démontré si le passage des marchandises en simple transit a une importance suffisante pour justifier la dépense que nécessitera le déplacement de la ligne de Strasbourg, pour la réunir à la ligne suisse, à l'Ouest de la ville.

En quittant Bâle, le chemin de fer devrait se rapprocher un peu plus de la route actuelle, traverser la vallée de la Birs à son point le plus étroit, couper hardiment dans le plateau des deux côtés avec une pente de 1 sur cent, et diminuer ainsi de moitié la hauteur et la longueur du grand viaduc au moyen duquel, d'après les premiers projets on passait la rivière. Peut-être qu'au sortir du viaduc, la ligne pourrait suivre le côté oriental de la Birs pendant une courte distance, comme le fait la grande route. Le tracé sur le plateau, passant derrière Liestal, tel que M. Merian l'a dernièrement établi, paraît excellent. A partir de ce point, il vaut mieux cependant diminuer un peu la pente pour passer au-dessous du village d'Itligen, et même de Sissach, si c'est nécessaire, quoique la ligne préférable semble être précisément celle qui passe au-dessus. De là, on peut s'élever en suivant une inclinaison de 12 à 14 pour mille, jusqu'à ce que la ligne atteigne le fond de la vallée près de Sommerau au-dessus de Diepflingen, d'où elle peut être continuée par une pente qui ne dépassera pas 16 pour mille

jusqu'à un point situé entre Rümlingen et Buckten; au-delà de ce point il faudra établir un plan incliné de trois kilomètres, à courbes modérées, pour s'adapter au sol, s'élevant à raison de 30 à 35 pour mille et aboutissant au tunnel, tel à peu près, qu'il a été projeté en 1846. Là, devra se trouver une place d'arrêt, aussi de niveau que possible, et ayant 250 mètres de longueur.

Le tunnel lui-même formera un plan incliné, d'environ $2\frac{1}{2}$ kilomètres, et dont la pente sera d'à peu près 25 pour mille; une autre place d'arrêt, présentant les mêmes conditions que la première devra être établie à l'extrémité méridionale du tunnel; ce sera probablement dans toute la ligne, la partie la plus difficile du tracé. De là on atteindra le village de Trimbach par un plan incliné d'environ deux kilomètres, longeant le cours très-direct de la rivière. La ligne passera par Trimbach en suivant une pente ordinaire, traversera immédiatement l'Aar pour s'unir à la ligne d'Aarau sur le plateau du Tannwald et aboutira dans la station commune, en face d'Olten. Cette station est d'un accès facile soit par la route actuelle soit par le pont *).

Un profil préparatoire a déjà été levé d'après ce système, et le résultat a répondu à l'attente; ce profil entre Liestal et Olten présente approximativement les inclinaisons suivantes:

---

*) En construisant ces plans inclinés, il n'est nullement nécessaire qu'ils aient l'apparence de lignes droites soit sur le profil soit dans le plan; au contraire, leur effet sera le meilleur, si la pente s'accroît graduellement vers le sommet.



De Liestal à Sissach	inclinaison de 8	pour mille	sur une longueur de	5700 m.
De Sissach à Sommerau	» 13 à 14	»	»	4500
De Sommerau jusqu'au-delà de Rümlingen	» 15	»	»	2200
De là jusqu'au-dessous de Buckten . .	» 16,5	»	»	1000
De là jusqu'avant le tunnel	» 30	»	»	2900
Place d'arrêt à l'entrée du tunnel . .	horizontal		»	250
Tunnel	inclinaison de 25	»	»	2400
Place d'arrêt à la sortie du tunnel . .	horizontal		»	250
De là jusqu'à Trimbach	inclinaison de 35	»	»	2200
De Trimbach jusqu'à l'Aar	» 15	»	»	1000

Il serait convenable d'évaluer la dépense d'un petit tunnel, ou passage à travers les rochers au-dessus de Buckten, ce qui améliorerait beaucoup le tracé du plan incliné, et éviterait probablement la destruction d'un grand nombre de bâtiments.

En prolongeant un peu plus la pente de 1 sur 60, au-dessous de Rümlingen, et en adoptant la proportion de 14 pour mille, au lieu de 13,6, le flanc droit de la vallée de l'Ergolz peut être atteint vis-à-vis de Sissach, ce qui permettrait de revenir au tracé original dans le cas où, soit les expropriations à faire, soit l'existence de la grande route actuelle, soulèveraient de trop grands obstacles.

DÉPENSES D'EXPLOITATION DE LA LIGNE DU RHIN ET DE CELLE DU HAUENSTEIN COMPARÉES ENTRE ELLES.

Pour établir la discussion, on suppose que les besoins de transport exigeront par jour trois convois de voyageurs; partant de Bâle ou y allant et se répartissant à l'Est et à l'Ouest dans la vallée de l'Aar. Quant aux marchandises nous dirons; 200 tonnes partent journellement de Bâle, dont 100 pour Zurich et la partie orientale, 25 pour Liestal et les villages de la vallée d'Ergolz et 75 pour le Sud et l'Ouest: c'est admettre le calcul le plus défavorable pour la ligne du Hauenstein, à savoir un petit passage de voyageurs, et un grand transport de marchandises dont les deux tiers se dirigeront à l'Est de Brugg.

Si la ligne du Rhin est adoptée, deux convois de marchandises seront nécessaires, l'un d'eux devra parcourir toute la ligne en faisant le circuit de Brugg

pour arriver à Olten (102 kilomètres), l'autre n'ira que jusqu'à Brugg (70 kilomètres), en tout 172 kilomètres, tandis que par le Hauenstein, où le poids des convois devra être moins considérable et où le mouvement commercial s'accroîtra de ceux de Liestal et de Waldenburg, quatre convois seront nécessaires de Bâle à Olten, chacun parcourant les 37 kilomètres qui séparent ces deux points, et un d'Olten à Brugg parcourant 32 kilomètres, le trajet total sera donc de 180 kilomètres (4 × 37 + 32).

Les dépenses fixes d'exploitation sur les deux lignes que nous comparons étant les mêmes sous les autres rapports, la ligne du Hauenstein sera chargée des frais suivants :

Salaire de 12 hommes pour le service spécial des plans inclinés, par an	fr. 10,000
Usure des cables, $\frac{1}{3}$ du prix de revient, à l'année	» 15,000
Usure des appareils, poulies, etc., à 1,200 fr. par kilomètre	» 9,000
	fr. 34,000

La somme des kilomètres parcourus journellement et d'une seule direction sur la ligne du Hauenstein serait de

Convois de passagers, 3 × 70 (à savoir, Bâle, Olten, Brugg) . . .	= 210
Trains de marchandises 4 × 37 (Bâle, Olten)	= 148
Trains de marchandises 1 × 32 (Olten, Brugg)	= 32
	kilomètres 390

Report fr. 34,000

soit 780 kilomètres par jour dans les deux directions, ce qui fait annuellement 284,700 kilomètres dont les frais d'exploitation peuvent être comptés à raison de 1 fr. 50, ce qui fait . . fr. 427,050

Total 461,050

(1 fr. 50 par kilomètre est le taux le plus bas sur les chemins de fer allemands).

Par la ligne du Rhin le trajet journalier serait de

Convois de passagers 3 × 102, (Bâle, Brugg, Olten) . . . . . . = 306

Trains de marchandises 1 × 70, (Bâle, Brugg) . . . . . . = 70

Trains de marchandises 1 × 102, (Bâle, Brugg, Olten) . . . . = 102

kilomètres 478

Dans les deux directions 956 kilomètres par jour, ce qui fait annuellement 348,940 kil. à 1 fr. 50 soit . . . . fr. 523,410

Différence fr. 62,360

Ce bilan présente une différence de 62,360 fr. en faveur du chemin du Hauenstein dont le revenu serait probablement encore accru par le transport des marchandises et une large part dans la circulation des voyageurs de la vallée de l'Ergolz et de ses affluents. Le mouvement sera donc plus actif sur la ligne du Hauenstein, même à supposer que pour la ligne du Rhin la perte du passage de l'Ouest fût compensée

par la circulation locale, plus grande en raison de la plus grande étendue du territoire parcouru.

A cette économie de 62,400 francs, il faut encore ajouter celle de l'entretien de la voie sur un parcours moins long de 33 kilomètres; or, à raison de 1200 fr. par kilomètre (en Allemagne c'est le taux le plus bas) cela fait 39,600 fr. De même l'économie dans l'usure des rails et des traverses sur 33 kilomètres de voie simple à 1000 fr. par kilomètre, donne 33,000 fr., ce qui fait en tout une économie annuelle de 135,000 fr. soit l'intérêt de plus de 3 millions, indépendamment d'un passage plus considérable qui naturellement augmentera notablement le revenu.

Sur ce dernier point, on objectera peut-être que les convois sur le chemin du Hauenstein étant plus nombreux, l'usure y sera aussi plus considérable, mais il ne faut pas oublier que sur la ligne du Rhin la vitesse sera nécessairement plus grande pour obtenir les transports de l'Ouest, ce qui augmentera cette usure de la voie et la rendra aussi forte que celle de la ligne du Hauenstein.

Un examen attentif des différentes dépenses fixes, résultant principalement de la longueur du chemin de fer convaincra que, n'eût-elle d'autre transit que celui du commerce à l'Est de Brugg, la ligne du Hauenstein, établie sur ce mode, serait encore préférable à l'autre, en raison de la plus grande importance de la circulation intérieure à laquelle elle sera appropriée.

On a fait avec soin une évaluation des dépenses de construction du chemin du Hauenstein, en l'établissant selon le mode précédemment exposé, c'est-

à-dire, avec un long tunnel et de fortes pentes desservies uniquement par des locomotives. Il n'est pas nécessaire de répéter ici le détail de ces dépenses, vu que l'autre mode d'établissement offre sur celui-ci une grande supériorité; mais il n'est pas hors de propos de dire que la durée moyenne du trajet de Bâle à Olten, serait d'environ 1 heure 50 minutes, y compris les temps d'arrêt dans cinq stations.

Les grands avantages nationaux, aussi bien que la supériorité financière de cette ligne, ne permettent pas de douter un seul instant que ce ne soit la seule qui puisse être recommandée à la Confédération.

LIGNE DU BÖTZBERG.

La ligne intermédiaire de Bâle à la vallée de l'Aar, par le Bötzberg, bien qu'elle présente des avantages qui lui permettraient de rivaliser avec la ligne de la vallée du Rhin, offre si peu de facilités pour les communications avec l'Ouest puisqu'elle se dirige exclusivement vers l'Est, et ce peu de facilité n'est obtenu qu'au prix d'ouvrages si considérables, que malgré l'étude habile et détaillée qui en a été faite, il faut nécessairement abandonner ce projet.

LIGNE OCCIDENTALE PAR LE PASSWANG.

On a proposé une autre ligne pour mettre Bâle en communication avec le côté méridional du Jura; elle passerait plus à l'Ouest que tous les autres projets; ainsi, quittant l'Ergolz à Liestal pour entrer dans la vallée de Bubendorf, en passant par Reigoldswyl (jusque là les travaux seraient de peu d'impor-

tance; mais la pente assez rapide) elle traverserait la chaîne étroite du Jura sous les rochers de la Wasserfalle, à Mümliswyl, pour se rendre à Soleure par Ballstall et Wiedlisbach. Le caractère de cette ligne est si semblable à celui de la ligne du Hauenstein, qu'il serait inutile d'en faire la description, le coût d'établissement serait probablement tout aussi grand, et si d'un côté les convois de l'Ouest y trouvent l'avantage d'une économie de 15 à 20 kilomètres, de l'autre côté le circuit pour atteindre Lucerne et Zurich serait augmenté. Ce tracé imposerait nécessairement à la Suisse la charge de construire et de maintenir à l'Est, le long du Rhin, une ligne qui serait exposée à toutes les chances d'une guerre sur la frontière.

LUCERNE ET LA VALLÉE DE L'AAR.

La direction de la ligne de Bâle à la vallée de l'Aar peut être considérée comme la clef de tout le réseau, et détermine naturellement la direction de la prolongation vers Lucerne; les principaux rapports avec cette ville venant du Nord.

Arrivé à Olten, la route naturelle de Lucerne est évidemment celle qui passe par le Wiggerthal et la vallée de la petite Emmen; outre l'avantage de sa situation géographique qui répartirait d'une manière assez égale les bénéfices d'un chemin de fer dans toute cette partie de la contrée, dont le sol est favorable à ce genre de construction, cette ligne aurait à desservir une circulation déjà assez considérable, et, de plus, jouirait de la facilité d'être exploitée depuis le grand point de jonction à Olten; cette dernière circonstance assurerait une grande économie de temps et de dépense.

Lucerne, aussi, étant de fait la porte occidentale du St. Gothard, il est important que la ligne qui y conduit se rapproche autant que possible des populations de l'Ouest qui se servent de ce passage, de même que la population industrielle à l'Est d'Aarau doit avoir une communication facile avec le Splugen.

Sous d'autres rapports, le chemin de Wildegg par les vallées de la Büuz et de la Reuss présente des circonstances plus favorables sous le point de vue des travaux de terrassement; grâce aussi à la faiblesse des pentes, le parcours d'Olten à Lucerne serait à peine plus long, et son exploitation plus coûteuse (sauf les frais d'un point de jonction spécial), car, en tout cas, la section entre Olten et Wildegg servirait également pour Zurich.

Somme toute, les besoins de la population qui y est intéressée, semblent désigner la ligne de l'Ouest comme devant être la plus généralement utile; ses frais de construction paraissent aussi devoir être moins considérables.

Cette ligne présente à Wohlhausen un cas assez semblable à celui du Hauenstein; il est fort à désirer qu'il soit traité de la même manière. Depuis Lucerne ce point peut être atteint par une pente modérée et des travaux faciles, en suivant le fond de la vallée de l'Emmen, au lieu de chercher à établir un tracé irrationnel avec une pente de 1 sur 75 ou 70 (13 à 14 pour mille) et des terrassements considérables. De Wohlhausen, un plan incliné, presque droit, aboutirait au point de partage sur lequel passe la route actuelle.

Il est probable que, pour arriver à une station dans la prairie au-dessous de Wohlhausen, il sera

nécessaire de percer un petit tunnel au nord du village, mais même dans ce cas, les travaux seront beaucoup moins grands que si l'on suivait l'autre tracé.

Il est fort à désirer que dans la ville de Lucerne, la station soit mise en communication directe avec le lac. Cela pourra se faire de la manière la plus simple en rendant les ponts mobiles, peut-être aussi faudrait-il démolir la digue qui est dans la ville; le terrain immédiatement en aval de Lucerne étant le seul propre à l'établissement d'une station.

COMMUNICATION ENTRE BADEN ET LA VALLÉE DE L'AAR.

La partie la plus importante de la circulation entre Bâle et Zurich, entrant par Olten dans la vallée de l'Aar, doit suivre sans déviation le fond de cette vallée, passer à Aarau entre la ville et la rivière, et par d'excellentes pentes et des terrassements peu considérables, arriver à Brugg. Là, la traversée de la Reuss offre de sérieux obstacles qui, puisqu'il est impossible de les tourner, doivent être surmontés de la manière la plus économique.

Le tracé projeté permet des changements considérables; on peut diminuer le pont et les terrassements des deux rives, en établissant des deux côtés des pentes soudaines de 1 sur 100 à 1 sur 150 (6 à 10 pour mille); la pente sur la rive occidentale aura peu d'inconvénients en ce que la station de Brugg pourra être placée immédiatement au sommet.

Le tracé pourrait se rapprocher un peu plus de la ville de Brugg: la descente vers la Reuss exigerait alors une tranchée moins considérable; sur l'autre

rive la tranchée dans le gravier serait au début plus profonde, mais on pourrait la raccourcir si l'on n'est pas obligé d'employer tous les déblais pour établir le remblais

Les difficultés de la vallée de la Limmat jusqu'à Baden sont inévitables, elles paraissent avoir été bien étudiées. L'expérience aura à décider si les inconvénients de la situation de la station de Baden sont assez grands pour nécessiter un nouvel arrangement.

La station de Zurich est dans le même cas, mais le transport des marchandises par le lac nécessitera probablement un embranchement qui, tournant le côté oriental de la ville, aboutira au rivage. Il serait prudent, de s'assurer la possession du terrain et le droit de passage avant que des constructions ne le recouvrent.

LIGNE D'OLTEN A SOLEURE, A BERNE ET DANS LA SUISSE OCCIDENTALE.

Pour l'embranchement occidental de la *grande croix*, dont Olten est le centre, on a proposé deux tracés; l'un sur le côté méridional, soit la rive droite de l'Aar; l'autre au nord et à quelque distance de la rivière. Cette dernière ligne serait plus courte et un peu moins coûteuse, malgré la dépense d'un pont sur l'Aar, à Olten, et d'un autre pont à Soleure, ou au-dessus, pour communiquer avec Berne *). Ces avan-

*) Le pont d'Olten doit être attribué à la ligne de Bâle à Zurich, plutôt qu'à celle-ci, vu que celle-ci peut éviter la traversée de l'Aar tandis que celle de Bâle à Zurich ne le peut pas. (Note du traducteur.)

tages paraissent mériter la préférence, si l'on tient compte seulement de la grande circulation qui s'établira probablement dans cette direction; mais le bénéfice de la population beaucoup plus considérable qui habite les vallées de la rive droite, une plus grande facilité de communication avec Lucerne, et l'avantage de rester dans tout son parcours derrière la ligne militaire de défense que présente l'Aar, assurent décidément la préférence à la ligne du Sud.

La direction de cette ligne, depuis Murgenthal ou Aarwangen, où la surface du sol permet d'aller aussi facilement vers Soleure que vers Berne, a été le sujet d'un minutieux examen. Des motifs de diverses natures ont résolu la question en faveur de Soleure, plutôt que de la ville fédérale qui, malheureusement est située dans un bassin, hors duquel il n'y a d'issue praticable que vers le Nord; car les environs de ville et la contrée à l'Ouest de Fribourg, ôtent tout espoir de passer par cette ville et par Lausanne pour atteindre les bords du lac Léman.

La grande ligne principale de l'Est à l'Ouest ne pourrait donc pas passer plus près de Berne que Hofwyl; et il faudrait établir un embranchement sur Soleure. Cette ville, alors même qu'elle ne serait pas sur la ligne principale, commanderait toujours la navigation de l'Aar et des lacs de Bienne et de Neuchâtel, surtout maintenant que cette navigation est à la veille d'être grandement améliorée, par le projet de la *Correction des eaux du Jura*; ce projet important et bien étudié, non-seulement rendra à l'agriculture une vaste étendue de terrains marécageux, mais facilitera encore les moyens de transport précieux et à bon marché que procure la navigation.

La prudence, sinon la nécessité, exige que le chemin de fer s'arrête à Soleure, jusqu'à ce que la navigation de l'Aar supérieure soit reconnue insuffisante, ou que l'influence de Berne réclame impérieusement un embranchement; dans ce cas, bien que ce ne soit peut-être pas la route naturelle pour la circulation spéciale de Berne à Soleure, on recommande fortement de prolonger la ligne à l'Ouest de Soleure jusqu'à Lyss, et de là, remonter la vallée par Münchenbuchsee jusqu'à Berne, distance plus grande seulement de dix kilomètres que la ligne projetée de Berne à Soleure, ce qui occasionnerait un retard de 15 minutes seulement pour la circulation entre Berne et le Nord-Est; mais, d'un autre côté, la ville fédérale sera ainsi rendue accessible à tout l'Ouest et le Nord-Ouest, depuis Lyss et Büren. Entre ces deux endroits, le nouveau canal navigable de l'Aar pourra se mettre en rapport avec le chemin de fer par un quai qui deviendrait le point de départ pour les bateaux à vapeur se rendant au lac de Neuchâtel. Il y aurait ainsi 25 kilomètres, savoir la distance de Soleure à Lyss, de la ligne de l'Est à l'Ouest qui seraient utilisés pour relier le lac Léman au réseau, par une ligne de chemins de fer continue, lorsque les besoins de la circulation l'exigeront *).

---

*) Il est très-important lorsqu'on traite de routes faisant un détour, de considérer le temps bien plus que la carte, pour mesurer un chemin de fer où un kilomètre est une minute, ou $1 \frac{1}{2}$ minute si l'on adopte la même vitesse qu'en Allemagne; c'est important surtout, là où chaque ligne ne forme qu'une fraction d'un système complet; la réduction de la dépense de l'ensemble du système

De tous les projets de lignes traversant le Seeland, le tracé par Aarberg, Morat, Payerne, Estavayer et Yverdon, et de là, par Entreroches et la vallée de la Venoge au rivage du lac Léman, avec embranchement de chaque côté sur Ouchy et sur Morges, offre la meilleure combinaison de travaux pas trop considérables et d'avantages pour les populations. Ce dernier point justifie suffisamment les dépenses extraordinaires de la section entre Cheire et Payerne, que peut-être il eût été possible d'éviter en traversant les marais de la Broye et en longeant le rivage peu peuplé du lac de Neuchâtel par Cudrefin.

Toutefois, l'établissement d'un chemin de fer, quel qu'il soit, le long de ces lacs et des rives du Léman, doit être ajourné jusqu'au moment où une très-grande circulation croissante en justifiera la dépense. Des chemins de fer unissant la France ou la Savoie avec Genève créeront peut-être ce grand mouvement de circulation, mais en attendant, la Suisse doit certainement se borner à établir l'importante section entre Yverdon et le lac Léman, qui est, dans tout le réseau, l'une des parties les plus parfaites et les moins coûteuses.

On ne saurait vraiment insister trop fortement sur l'inutilité et la disconvenance qu'il y aurait à dilapider la fortune publique, par la construction de chemins de fer le long des rives de ces lacs, magnifiques routes ouvertes par la nature avec une grande prodigalité.

---

fait qu'on ne sera pas obligé d'augmenter le tarif de la circulation de chaque section en particulier et qu'on pourra, par conséquent, et malgré le détour ne faire payer chaque trajet que comme si ce trajet était direct.

Le bateau à vapeur donne aux habitants des rives des facilités plus générales qu'aucun chemin de fer ne le pourrait faire. La vitesse des bateaux de premier ordre, est de bien peu inférieure à celle d'un train s'arrêtant aux mêmes stations, et les délais ainsi que les inconvénients, résultant du changement des moyens de transport aux extrémités du lac, sont de si petite importance quand ces transports sont sous une même direction, qu'ils ne justifieraient pas une pareille dépense, même en Angleterre, où l'on a fait de si grands sacrifices pour satisfaire l'impatience qui, à l'égard de tout retard, est si vive qu'elle en est devenue proverbiale. Toute autre objection provenant d'habitudes enracinées ou de préjugés, doit disparaître promptement devant les avantages d'un service de bateaux réellement bons et, ce qui en est la conséquence naturelle, devant l'établissement de débarcadères convenables, dont le manque total sur les rives populeuses du Léman frappe d'étonnement tous les étrangers.

En ce qui concerne le transport des marchandises, il y a de meilleurs motifs de craindre le changement des moyens de transport, lorsque le trajet par eau est court; mais ici ce n'est pas le cas, puisque les lacs de Neuchâtel et de Bienne (sans parler de la partie navigable de l'Aar) forment une ligne de 13 lieues, et que de Genève à Morges, il y a environ dix lieues, soit 30 mille anglais.

L'établissement d'un chemin de fer de Lyss à Yverdon serait justifié par ce fait, que la ligne passerait à quelque distance des lacs et desservirait ainsi d'autres populations; mais la circulation qu'on peut espérer le long du rivage du lac Léman est bien

loin d'être de nature à y motiver la construction d'un chemin de fer qui nécessiterait des travaux coûteux et le passage à travers des propriétés dont la valeur ne peut être estimée *).

DE ZURICH AU LAC DE CONSTANCE.

Le complément de la grande ligne de l'Est à l'Ouest s'étendant de Zurich au rivage du lac de Constance, présente de sérieuses difficultés. La première section, de Zurich à Winterthur et Frauenfeld, bien qu'elle fasse espérer une grande circulation intérieure, n'en sera pas moins dispendieuse, puisqu'il ne se

---

*) La position très-élevée de Lausanne, met cette ville presque hors de la portée des chemins de fer, mais, pour donner satisfaction aux intérêts de ce centre de population, la ligne de la Venoge peut remonter par St.-Sulpice le long de la rive du lac jusqu'à Ouchy, qui est le port de Lausanne, formant ainsi l'une des sections d'un chemin qui devra être établi plus tard le long du lac.

Si nous admettons ce tracé avec station à Onchy et à Morges, le service des convois pourrait être dans le commencement établi économiquement de la manière suivante.

Le bateau à vapeur parti de Genève arrive à Morges où un demi convoi attend les passagers; tandis que ceux-ci prennent leurs places, la locomotive amène d'Ouchy l'autre demi-convoi avec les voyageurs de Lausanne et de Vevey, lesquels devront parcourir au-delà de la Venoge les trois kilomètres qui séparent cette rivière et Morges, ce qui avancerait d'autant les voyageurs se rendant de Lausanne à Genève. Les demi-convois seraient accrochés l'un à l'autre, et le train complet partirait pour Yverdon avec la même locomotive.

trouve pas une seule vallée qui conduise dans la direction voulue.

Dans ce cas il faut renoncer à toute tentative d'obtenir des pentes favorables; tous les courants doivent être franchis par des pentes courtes suivant une inclinaison de 10 à 14 pour mille, et en adoptant des ondulations beaucoup plus fréquentes qu'elles n'ont été admises jusqu'à présent dans les profils.

La direction générale de cette ligne a été si soigneusement et si minutieusement étudiée, qu'on ne peut espérer qu'une bien faible amélioration.

La ligne qui passe par Kloten, semble avoir un léger avantage sur celle qui passe par Dübendorf. Si c'est possible, elle devrait passer un peu plus près de ce premier village; la tranchée que nécessiterait ce changement, étant taillée dans une colline de gravier serait une entreprise moins formidable qu'elle ne le paraît. Le caractère tortueux de la ligne pourrait être un peu amélioré par l'adoption des pentes courtes et prononcées, et on obtiendrait une grande économie de travaux en descendant suivant une pente plus rapide sur le terre-plein de la vallée de la Töss, ce qui permettrait d'établir un excellent tracé jusqu'à Winterthur *).

Les travaux de la ligne dans son prolongement

---

*) Depuis que ces remarques ont été écrites, un nouveau tracé de cette ligne a été fait jusqu'à Islikon d'après ces indications, et son profil approximatif a été établi d'après l'admirable carte topographique du canton de Zurich. Ce nouveau profil constate une frappante diminution de travaux.

jusqu'à Frauenfeld peuvent être aussi fortement amoindris par un plus grand emploi de la pente de 1 sur 100 et la diminution de la gigantesque tranchée près du château de Mörsburg.

A partir de Frauenfeld, la nature a tracé un large et commode chemin jusqu'au rivage du lac de Constance par la vallée de la Thur et le passage facile entre cette vallée et celle de l'Aach qui aboutit au port le plus rapproché, celui de Romanshorn. Malheureusement ce n'est pas dans cette contrée qu'est le grand courant de la circulation intérieure qui, tournant depuis Winterthur le long des flancs du Schauenberg, par Elgg, Wyl et Gossau, se dirige vers St-Gall et Rorschach, aussi ce parcours a-t-il été déjà, il y a quelques années, l'objet d'une étude très détaillée.

Mais les travaux nécessités par l'intersection de tous les courants d'eau de la contrée, seraient si énormes qu'ils détruisent toute espérance d'incorporer un jour cette ligne au grand tronc qui va de l'Est à l'Ouest, quand même la circulation intérieure compenserait les frais du transport des convois de marchandises à une hauteur de 800 pieds au-dessus du lac.

L'économie si nécessaire dans la construction du réseau national des chemins de fer, désigne donc de la manière la plus positive, Romanshorn comme le meilleur et le plus accessible des débouchés sur le lac de Constance; mais comme cette localité, aujourd'hui sans importance, grandirait, pour ainsi dire, aux dépends de la nation et au détriment du port déjà florissant de Rorschach, on peut envisager comme un acte de justice aussi bien que comme un arrangement judicieux, d'établir de suite le prolongement de la

ligne jusqu'à Romanshorn, section, du reste, parfaitement facile.

Pour la plus grande commodité de l'exploitation de la ligne, il est convenable d'unir Rorschach avec Romanshorn plutôt par une ligne directe que par un embranchement; ce dernier mode ferait peut-être un meilleur effet sur la carte, mais serait en réalité une source d'inconvénients pour le commerce de Rorschach.

DE RORSCHACH A ST.-GALL.

Les travaux considérables que nécessiterait la ligne de Frauenfeld à St.-Gall par Wyl ayant suggéré l'idée d'un tracé de Zurich au lac de Constance aboutissant à Romanshorn, au lieu de traverser St.-Gall, il devient nécessaire de considérer la ligne de cette ville à Rorschach, comme une entreprise spéciale et indépendante.

L'étude et les profils de la ligne entre ces deux points, ayant été faits avec grand soin, il en résulte qu'il paraît possible d'y établir une ligne descendant presque uniformément à raison de 20 pour mille au prix d'environ 360,000 fr. par kilomètre. Les remarques générales qui ont été faites au sujet des pentes et des locomotives montrent d'emblée cette ligne comme devant rapporter extrêmement peu si l'on emploie ce système de traction.

Il semble donc que cette ligne doive être construite de manière à pouvoir utiliser la force de l'eau, mais, en raison de la nature inégale du sol et de la direction tortueuse que chaque ligne doit nécessairement suivre, il est à craindre que les frais de cons-

truction ne puissent être assez faibles pour que la circulation actuelle ou future rapporte un intérêt même modéré.

Le rapport circonstancié de MM. Pauli et Etzel a été consulté et examiné avec soin, mais les résultats auxquels ces Messieurs arrivent sont certainement trop favorables. Quant à la circulation des marchandises, il ne faut pas oublier que la dépense pour les recharger et les conduire de la station aux magasins de St.-Gall, absorbera la plus grande partie de l'économie qu'on pourra faire sur les frais de transport à une si courte distance, en concurrence avec le très-bas pris du roulage sur l'excellente route qui unit St.-Gall et Rorschach. MM. Pauli et Etzel évaluent ainsi le revenu brut :

passagers	fr.	126,000	par année
marchandises	»	70,600	»
	fr.	196,600	

Le produit actuel des passagers qui profitent des trois services journaliers de la diligence n'excède pas 20,200 fr.

Nous considérons comme exagéré l'accroissement admis dans le calcul ci-dessus, mais pour déduire le résultat financier, admettons que le revenu brut s'élève à 188,000 fr. Les plans inclinés étant desservis selon le mode décrit plus haut, la dépense annuelle, y compris les frais des gares, ne peut être estimée à moins de 88,000 fr. par année ; ce qui laisse 100,000 fr. pour payer l'intérêt d'un capital de 4,410,000 fr. soit environ $2\frac{1}{2}$ pour cent.

Ce résultat ne sera peut-être pas considéré comme très-défavorable, mais il est fort à craindre que les

travaux ne soient de telle nature que, même si l'on a recours aux plans inclinés, il n'y ait encore bien des chances qu'ils dépassent les devis. Naturellement les doutes sur ce point ne peuvent être dissipés que par une minutieuse étude du terrain.

Avec l'emploi de locomotives, l'évaluation ci-dessus des frais d'exploitation annuels serait certainement tout-à-fait insuffisante. De fait, si l'on applique à ce cas particulier, les résultats que l'expérience a donnés sur de semblables pentes, on trouvera que la dépense annuelle absorbera la presque totalité du revenu supposé.

On se tromperait grandement si les résultats généraux obtenus sur d'autres chemins de fer d'un caractère très-différent, étaient considérés comme applicables à ce cas tout-à-fait spécial. Cette méthode a dû induire en erreur MM. Pauli et Etzel dans leur évaluation du résultat financier.

DU LAC DE CONSTANCE A COIRE.

Il reste à examiner l'une des principales grandes routes du transit international : la vallée du Rhin supérieur conduisant du rivage du lac de Constance à Coire, ou, plus haut encore, jusqu'au pied même de la Via Mala ; cette distance qui n'a pas moins de 100 kilomètres, offre les pentes les plus parfaites et la facilité d'établir un chemin de fer presque sans recourir à des travaux d'art, à l'exception d'un petit tunnel à travers une colline de molasse. Cependant le coût de la ligne serait un peu accru par la construction de digues servant de défenses contre les dé-

bordements du Rhin, constructions qui rendraient à l'agriculture une large étendue de terrain.

Cette ligne, située à l'extrémité du territoire suisse, intéresse directement les Etats allemands, riverains du lac de Constance; cette circonstance lui donne un caractère exceptionnel, qui autorise à croire que l'aide et les garanties du Wurtemberg et de la Bavière ne lui seraient pas refusés, d'autant moins que dans la contrée qu'elle traverse, la population suisse est peu nombreuse.

Il est facile d'améliorer la partie supérieure de la ligne au moyen d'une légère modification de son excellent tracé. Cette modification consiste à se rapprocher un peu des petites villes et des villages situés au pied des collines; ce sera l'affaire de quelques courbes et de quelques pentes très-faciles.

La grande ramification de cette remarquable vallée, conduisant au lac de Wallenstadt, et de là, par eau, à Zurich, offre d'égales facilités pour l'établissement d'un chemin de fer d'une importance plus centrale et plus nationale; on peut même espérer que le courant de la circulation qui s'établira par cette vallée, permettra de se passer de toute garantie étrangère, pour la ligne de la partie supérieure de la vallée du Rhin.

PASSAGE DU LUCKMANIER.

Le prolongement de la ligne de transit décrite ci-dessus, au milieu et au travers des plus hautes Alpes, et par des travaux qui dépasseraient tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour dans les contrées les plus populeuses et les plus industrielles, est établi

sur des calculs si hasardeux, sur des considérations si étrangères aux études de l'ingénieur, qu'il n'y a rien de bien positif à dire maintenant sur ce sujet. Le passage du Luckmanier a été étudié jusqu'au lac Majeur, mais l'insuffisance des informations précises sur les données techniques et le caractère gigantesque des difficultés à vaincre, écartent la possibilité d'arriver à une opinion définitive.

La position géographique et la nature physique des vallées que suit cette route, sont probablement aussi favorables que quelqu'autre que ce soit. La vallée de Coire à Dissentis, à en juger par un relevé général, ne paraît pas présenter des difficultés bien formidables; en quelques endroits l'étroitesse de la vallée et le cours de la rivière, tortueuse et resserrée dans une gorge, nécessiteront quelques grands travaux, en fait de ponts et de tunnels, mais ces travaux ne sont pourtant pas d'une difficulté assez grande pour faire renoncer à une ligne, considérée comme étant d'une importance nationale. Entre Surein et Dissentis, on peut jusqu'à un certain point, construire une ligne à locomotive, mais plus haut le torrent offre une telle quantité de chûtes, qu'il serait impossible d'établir le chemin autrement que par des plans inclinés desservis par des appareils fixes.

Le colonel La Nicca a proposé deux modes de franchir le passage; le premier, par le moyen d'un long tunnel allant depuis le val Cristallina jusqu'à l'entrée du Blegno au-dessus de Campo; et le second, en continuant le système des plans inclinés jusque près de Sta. Maria, là où le sentier actuel pour les mulets, traverse pour arriver à Olivone; par cette route, au moyen d'un tunnel d'une longueur très-

modérée, la nouvelle ligne ne passerait qu'à environ 500 pieds au-dessus du tunnel du val Cristallina tel qu'il a été tracé dans le premier projet.

S'il est possible de maintenir sur le chemin de fer une libre circulation pendant la durée des grandes neiges dans ces régions élevées, et de le garantir contre les avalanches, il serait très préférable, ce semble, d'étendre l'emploi des appareils fixes, au lieu d'entreprendre des travaux dont la durée et la dépense d'exécution dépassent les probabilités du calcul.

Si l'on objecte que des deux tracés le premier est le plus complet, il faut admettre d'un autre côté que l'intérêt de l'énorme capital qu'il absorbera excèdera de beaucoup l'augmentation de dépense qu'occasionnera la nécessité de faire passer les convois à une plus grande élévation. En exprimant cette opinion, il ne faut pas perdre de vue que M. le chevalier Maus a récemment inventé une machine dont le but est d'accélérer le travail, et peut-être de diminuer la dépense du percement de longs tunnels dans des localités où la grande profondeur des puits rend impraticable le mode ordinaire.

Tout en admirant l'étendue des connaissances et la supériorité du talent dont M. Maus a fait preuve dans cette importante invention, ainsi que l'habileté qu'il a mise à vaincre au moyen de cette machine une certaine catégorie de difficultés, il est impossible de ne pas se préoccuper des obstacles imprévus qui peuvent surgir dans une entreprise de cette nature, et qu'aucune machine, quelque puissante qu'elle soit, ne saurait surmonter.

Cependant, l'examen de cette question ne doit pas s'arrêter uniquement aux difficultés de construction

et d'entretien du chemin de fer; les intérêts commerciaux réclament une part dans cette enquête; sous ce rapport, quoiqu'il soit impossible de faire un calcul exact, il est évident que, dans une entreprise de ce genre, la dépense ne pourrait pas être justifiée par les relations qui existent entre le Nord et le Sud des Alpes. Peut-être des considérations territoriales ou politiques présenteront-elles des motifs suffisants pour engager à vaincre ces obstacles physiques et financiers; mais le but de ce mémoire n'est pas d'énoncer une opinion sur de tels sujets; d'ailleurs si cette ligne se construit, et qu'elle soit exploitée à un taux modéré, le principal avantage devant revenir à l'Allemagne et aux Etats Sardes, il est moins nécessaire d'envisager ce chemin comme faisant partie du réseau suisse.

LIGNE DES LACS DE ZURICH ET DE WALLENSTADT.

L'extrême valeur du terrain sur les bords du lac de Zurich et le service très-actif des bateaux à vapeur rendent inutile de traiter la question de l'établissement d'un chemin de fer le long du rivage. Il est aussi extrêmement douteux qu'aucun avantage puisse résulter d'un chemin de fer, unissant le lac de Zurich depuis Rapperschwyl, à celui de Wallenstadt, à Wesen; la brusque inégalité des bords de ce dernier, forcerait toujours la circulation à recourir aux bâteaux à vapeur.

Le coût de la ligne de Rapperschwyl à Wesen, est évalué à environ 4,500,000 fr., et l'on peut affirmer qu'avec une pareille somme le canal de la Linth pourrait être rendu navigable en toute saison,

et son courant réduit à 4 milles à l'heure (1,8 mètre par seconde). Toutefois c'est une question à examiner que de s'assurer, si la pente ne pourrait pas être diminuée de la manière la plus efficace, en portant à Lachen l'entrée du canal dans le lac de Zurich; ce serait l'allonger d'environ 3 kilomètres, mais en dirigeant le courant vers le pont de Rapperschwyl, on diminuerait un peu l'encombrement des glaces en hiver.

Si une étude plus minutieuse établit que cette opinion est fondée, et que les difficultés qui résultent de l'accumulation des glaces, peuvent être écartées sans une trop grande dépense, ce moyen serait très-préférable à l'établissement d'un chemin de fer nécessitant deux transbordements du bateau au chemin et du chemin au bateau.

Mais, si l'établissement du chemin de fer est inévitable, l'importance du transport des marchandises rendra avantageux l'emploi de longs bateaux à vapeur construits de manière à recevoir 15 ou 20 wagons qu'au débarquement on transporte d'emblée au chemin de fer, avec leur chargement, ainsi que cela se pratique aujourd'hui avec la plus grande facilité sur l'un des chemins les plus fréquentés de l'Ecosse, celui d'Edimbourg à Perth; il traverse ainsi un bras de mer, large de plus de 7 milles, et ouvert aux grosses lames de la mer du Nord. La vitesse moyenne du bateau est d'environ 10 milles à l'heure; en 10 ou 12 minutes, le bateau est déchargé et rechargé; il peut porter 33 trucks de marchandises, et souvent, dans un seul voyage, il transporte 30 wagons de bétail. Ce mode a réussi au-delà des espérances de l'ingénieur; et malgré la position du lieu de débarque-

ment, exposé aux mouvements de la mer; malgré les rudes coups du vent d'Est qui règne au printemps; depuis près d'une année que ce bateau a commencé son service, il ne l'a interrompu qu'un seul jour.

DE SCHAFFHOUSE À WINTERTHUR.

De toutes les lignes locales qui ont été proposées, il en est peu qui méritent l'attention autant que celle-ci; la position excentrique du canton de Schaffhouse, l'étendue de son commerce de grains avec l'intérieur de la Suisse, en particulier avec Zurich, rendent extrêmement désirable de le relier par un embranchement avec le système général. La direction la plus naturelle de cette ligne est vers Winterthur; c'est aussi le sens du principal mouvement de circulation qui existe maintenant entre Schaffhouse et le reste de la Suisse.

Malheureusement, la profondeur de la vallée de la Thur, qu'il faut traverser, et l'irrégularité de la surface de cette contrée, rendront cette ligne très-dispendieuse, et l'on ne peut guère espérer d'en retirer un revenu suffisant, à en juger par la circulation actuelle.

Différents projets de chemins de fer dans le grand-duché de Baden viennent aboutir à Schaffhouse; si jamais l'un deux est exécuté, la dépense de l'embranchement dont nous venons de parler, sera pleinement justifiée. La manière la plus économique de relier cette ligne au grand tronc qui traverse la Suisse de l'Est à l'Ouest paraît être de la faire passer à Stammheim pour aboutir à Frauenfeld; cela obligerait à faire un circuit de près de 17 kilomètres

soit $^3/_4$ d'heure de plus pour aller de Schaffhouse à Zurich, mais ce serait une ligne productive dans le cas où Bâle serait relié à Schaffhouse par un chemin de fer sur le territoire badois.

DE BERNE A THUN.

Cette ligne qui fait concevoir de grandes espérances, serait l'une des plus faciles à établir; elle ouvrirait à des populations considérables qui n'ont pas d'autre issue, une communication facile et, de plus, pendant la saison où les touristes abondent dans cette magnifique contrée, il y aurait un grand passage de voyageurs, du moins, il y a lieu de le croire.

La nécessité de maintenir le coût d'établissement dans des limites modérées, donne à la question de l'emplacement de la station de Berne une importance vitale pour le succès de cette ligne. Le côté occidental de Berne, emplacement le plus favorable, n'est abordable en arrivant du Sud, qu'au travers de propriétés particulières d'une très-grande valeur, et par un circuit de plusieurs kilomètres, sans aucun avantage qui compense ce détour. Du côté Nord, on ne peut arriver qu'en construisant sur l'Aar un viaduc d'une hauteur de plus de 120 pieds.

Ces circonstances se réunissent pour amener les deux lignes de Thun et du Nord, sur les hauteurs de l'autre côté de l'Aar, à l'extrémité orientale de Berne, de manière à établir la communication avec la ville par le magnifique pont de la Nideck; superbe position comme point de vue, mais qui a contre elle cette objection que, pour y arriver, il faut bon gré

mal gré, gravir une forte montée. Toutefois, les transports n'étant pas d'une nature lourde, cette circonstance défavorable ne va pas jusqu'à compenser les avantages que procure une immense économie dans les travaux et les expropriations, économie qu'on ne peut estimer à moins d'un million et demi de francs. De plus, la ligne de Thun recevrait ainsi une direction plus profitable au Canton, et serait raccourcie de 3 kilomètres.

DE BERNE A FRIBOURG.

Le principal motif qui, dans l'origine fit abandonner la rive gauche de l'Aar pour la station de Berne a été l'avantage qu'il y aurait à faire aboutir en un seul point les trois lignes projetées : Berne-Fribourg, Berne-Soleure et Berne-Thun. Mais l'utilité d'un chemin de fer de Berne à Fribourg, ne pourrait être considérée comme pressante que dans le cas où ce chemin serait une section de la grande ligne de l'Ouest, ce qui est tout-à-fait hors de question, en raison d'une part, de la grandeur de la dépense, d'autre part, de la facilité du tracé par Aarberg et Yverdon. Si jamais le besoin d'un chemin de fer aboutissant à Fribourg, se fait sentir au point de rendre cette dépense nécessaire, il est probable qu'il se fera plutôt par Morat ou Payerne que par Berne.

Cependant, si cette dernière combinaison devait se réaliser un jour, on pourrait probablement établir la ligne en partant de la station au-dessus du pont de la Nideck, en traversant l'Aar à 1 kilomètre au Sud de la ville, en passant le long de la rive méridionale du Sulgenbach et en rejoignant près du château de Holligen la ligne dont on a déjà levé un profil.

Le reste du tracé jusqu'à Fribourg ne présente pas de difficultés bien sérieuses, si l'on suit fidèlement les lits très-tortueux de la Singine et de la Sarine, mais il ne faut pas oublier que la station où l'on arriverait, en suivant ainsi le fond de la vallée, serait de 250 pieds plus bas que la plus grande partie de la ville, avec laquelle on ne pourrait communiquer que par une montée très-pénible d'environ 2 kilomètres; l'arrangement qui paraît être le meilleur serait donc de placer la station à une demi lieue de la ville.

DE LUGANO A BELLINZONA ET LOCARNO.

On a projeté l'établissement d'un chemin de fer entre ces deux villes, passant par le Monte Cenere; mais, quoique ce puisse être un avantage de la plus haute importance pour Lugano, les difficultés excessives de cette ligne entraîneraient inévitablement sa ruine, et une perte considérable pour l'Etat qui aurait garanti les intérêts du capital.

de fer suisses.

des marchandises par Kilomètre.	RECETTE totale des voyageurs et des marchandises par Kilom.
d.Fr.	Fr. de Fr.
M600	9,550
Y600	9,550
L200	11,550
B180	5,780
L200	10,620
S200	10,620
A00	6,110
C00	20,200
C00	14,610
Z00	12,750
V00	6,380
R20	4,570
V00	5,320
S00	8,510
B00	5,310

Observations.

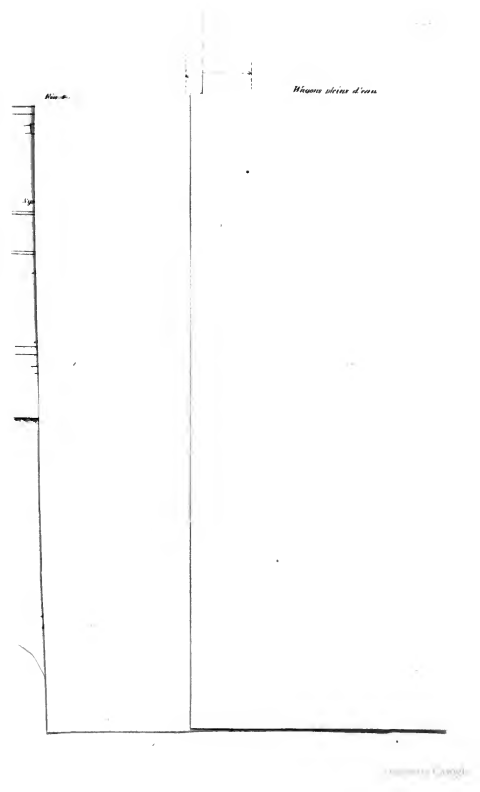
Les frais d'établissement ci-contre sont calculés avec terrassements et travaux d'art pour deux voies. Ces chiffres seront cependant considérablement diminués d'après la proposition de Mr. Stephenson de réduire tous les travaux à la largeur d'une voie.

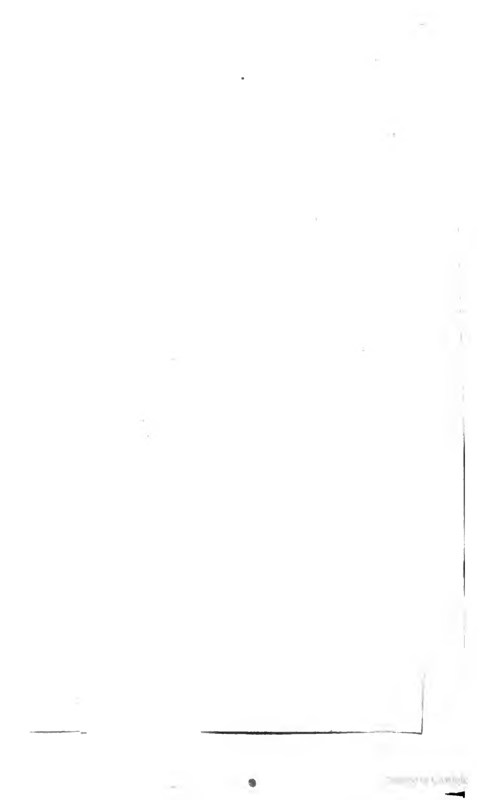
Le tarif par voyageur par kilomètre, y compris les bagages, a été admis en moyenne 0 fr.053 pour une lieue suisse . . rpp, 18

Le tarif par tonne de marchandises p. Kil. en moyenne 0 fr. 160 pour une lieue suisse . . rpp. 54

Les quantités de voyageurs et de marchandises indiquées dans ces colonnes, sont celles qui circulent actuellement sur les routes établies dans les direction des chemins de fer projetés.

Ne sont pas compris les vins, les matériaux de construction, les fourrages, les combustibles, les chevaux et le bétail en général.


Wagons pleins d'eau



Du revenu probable des chemins de fer suisses.

On a réuni des documents détaillés sur la circulation et les résultats commerciaux qui surgiront probablement des différentes parties du réseau des chemins de fer. Le tableau ci-annexé montre au premier coup-d'œil l'estimation de la dépense des principales lignes de ce réseau et du revenu total qu'on peut attendre avec certitude de chacun d'elles *).

*) Ces évaluations renferment la dépense du matériel roulant, largement calculée d'après l'expérience acquise sur la section en activité entre Baden et Zurich, et comparée avec les statistiques de lignes allemandes.

Les frais de construction ont été établis d'après la supposition que tous les travaux seraient faits pour une ligne double, mais avec une seule voie. Cependant, nous recommandons fortement de tracer et de construire toutes les lignes, sans exception, avec une voie simple, les traitant, dès le principe, sans se préoccuper de la possibilité qu'une seconde ligne y soit ajoutée; cette dépense additionnelle a été faite souvent avec trop de précipitation; une exploitation bien réglée, judicieuse, et, au besoin, l'usage du télégraphe électrique, peuvent retarder de bien des années, la nécessité de cette double voie.

Elle réduira considérablement le coût des lignes dispendieuses, mais il ne serait pas possible de déterminer ici la proportion exacte de cette réduction, ni de la calculer avec probabilité, sans avoir des renseignements plus détaillés.

Il faut se rappeler que ce tableau indique seulement la circulation sur les routes, telle qu'elle existe actuellement, sans se préoccuper en aucune manière de l'augmentation qu'amèneraient certainement de plus grandes facilités dans les moyens de communication. On sait que l'importance de cette augmentation diffère dans chaque pays et dans chaque localité. Les personnes qui se sont occupées de l'évaluation de la circulation actuelle sur ces routes, et qui ont une connaissance exacte des contrées qu'elles traversent, de la nature et de l'étendue de leurs rapports entr'elles, peuvent seules se former une juste opinion de l'augmentation sur laquelle on peut compter, sans trop s'écarter de la réalité.

Un fréquent examen du revenu et de la dépense des lignes de même nature que celles dont on s'occupe ici, et prises dans différents pays, a suggéré le principe suivant, qui ne sera ni sans intérêt, ni sans utilité pour les personnes qui s'occupent de ces sujets: « Lorsque le coût d'une ligne de chemins de fer s'élève de 10 à 15,000 Lst. par mille anglaise (de 150 à 250,000 fr. par kilomètre), il faut, pour que le capital rapporte un intérêt de 4 pour cent, que le produit annuel s'élève au douzième à peu près de la dépense totale.»

---

*) Le rapport de $^1/_{12}$ provient de cette circonstance, que les frais d'exploitation s'élèvent presque toujours à la moitié des recettes totales, que, par conséquent, l'autre moitié forme le revenu net du chemin de fer. — Si donc ce revenu doit représenter 4 $^0/_0$ du capital, les recettes seront le double, c'est-à-dire 8 $^0/_0$ ou bien $^1/_{12}$.

(Remarque du traducteur.)

Si la recette annuelle n'atteint pas le chiffre de 600 Lst. pour chaque mille du chemin de fer (9400 fr. par kilomètre), l'intérêt de 4 pour cent ne pent pas être obtenu, alors même que les frais d'établissement seraient restés au-dessous de 7000 Lst. par mille (110,000 fr. par kilomètre); cela provient du montant des dépenses fixes qui, en aucun cas, ne permettent de réduire au-dessous de 350 Lst. par année et par mille (5500 fr. par kilomètre), les frais généraux d'exploitation d'un chemin de fer un peu fréquenté. En fait, il est bien rare qu'elles puissent être au-dessous de 400 Lst. par mille (6300 fr. par kilomètre).

De nombreux exemples, en Angleterre, démontrent que, si l'exactitude de cette donnée n'est pas absolue, elle est du moins suffisamment approximative.

Un coup-d'œil jeté sur la statistique des chemins allemands, offrira quelques exemples remarquables à l'appui de cette assertion Ainsi, pour la ligne d'Altona à Kiel, l'une des plus économiques qui aient été construites, exploitée avec une parcimonie proverbiale, la dépense a été d'environ 6500 Lst. par mille (100,000 fr. par kilomètre), les recettes en 1845 ont dépassé 600 Lst. par mille (9400 fr. par kilomètre), c'était presque un dixième de la dépense, néanmoins le bénéfice a donné tout juste l'intérêt à 4 pour cent. D'après le bilan publié, les dépenses d'exploitation s'élevaient à 330 fr. environ (5200 fr. par kilomètre), mais probablement que dans cette somme il ne se trouvait rien pour l'usure; c'est environ 40 Lst. (600 fr. par kilomètre) à ajouter, soit 370 (5800 fr. par kilomètre) pour la totalité des dépenses, laissant un bénéfice net de 230 Lst. (3600 fr. par kilomètre).

Choisissons un exemple dans le tableau sous nos yeux. L'une des portions les moins dispendieuses du réseau suisse, et en même temps l'une de celles qui présentent actuellement la moindre circulation, c'est la ligne d'Olten à Lyss ou à Soleure. Le coût de cette ligne a été évalué à 160,000 fr. le kilomètre, le produit qu'on attend de la circulation est porté à 10,620 fr. par année; d'où il faut conclure que cette ligne donnera à peine 3 ½ pour cent, si ces données sont exactes, et que la ligne soit construite à double-voie. Mais il est à croire que la circulation augmentera du 20 pour cent au moins, et que le chemin sera construit dans toute sa longueur à voie simple, ce qui réduirait le coût à fr. 145,000 par kilomètre y compris les dépenses imprévues largement calculées; en ce cas on peut espérer un intérêt de 4 pour cent. De la même manière, on peut prévoir avec une exactitude pratique l'avenir de chaque ligne du réseau proposé, aussitôt que le détail des travaux et la dépense probable de la construction réduite à une voie simple auront été fixés.

Le même procédé appliqué aux autres lignes indiquées dans le tableau ci-joint, désigne le chemin d'Olten à Bâle, de Zurich à Soleure et peut-être aussi celui de Zurich à Rorschach comme les portions du réseau qui peuvent être établies de suite, sans retirer de la circulation actuelle un capital trop considérable, et qui offrent l'espoir fondé d'un résultat fructueux, même à supposer que le reste du réseau ne soit pas construit immédiatement.

Cette portion du projet peut donc être mise en œuvre avec la confiance que, non-seulement elle offrira à une portion considérable de la population suisse,

des avantages directs et très-étendus, mais que son heureux résultat le fera sentir d'une manière sensible, quoique moins directe, à toutes les parties de la Confédération.

Genève, 12 octobre 1850.

(signé) ROB. STEPHENSON.
» H. SWINBURNE.

Note A.

Le mode d'exploiter les plans inclinés au moyen de la pesanteur de l'ean, n'est nnllement une nonveanté; il a snbi l'épreuve de la pratique.

Indépendamment de plnsieurs applications plns on moins grossières qui en ont été faites dans l'exploitation des mines, on pent citer un plan incliné qui est desservi de cette manière avec la plus grande régularité et le plns grand snccès sur un chemin de fer à voyageurs dans le comté d'York.

Le mode le plus économique adopté ponr la construction des plans inclinés est celui-ci: trois rails à la partie supérienre et deux rails à l'inférieure, laissant au milieu une portion à donble voie qui permet aux trains de se croiser. (Voy. fig. I et 3 de la planche I). Les aignilles inférieures sont dépassées d'abord par le train ascendant qni, les tronvant dans la position où il les a laissées à sa précédente descente, rentre dans la même voie qu'il a déjà parcourne. Le convoi descendant déplace les aignilles et au trajet suivant devient à son tonr convoi ascendant; il est donc inntile d'entretenir sur ce point un aiguillenr. La partie inférienre du plan incliné peut anssi être ponrvue de 3 rails comme la moitié snpérienre; de cette manière on n'a pas besoin d'aiguilles, et le cable n'en fonctionne que mieux.

Pour desservir ce système an moyen de l'ean, la seule addition à faire est nn petit convoi de wagons à réservoir; chaqne wagon à reservoir pouvant contenir environ huit

mètres cubes; ils restent constamment attachés à l'extrémité du cable.

Le train supérieur des wagons à réservoir restant sur la principale ligne (que nous supposons être à voie simple) au sommet du plan incliné est chargé d'eau. Le train inférieur des wagons à réservoir reste dans une gare au pied du plan. (C'est la position représentée dans la figure I.)

A l'arrivée du convoi qui doit gravir le plan incliné, ce convoi passe à l'extrémité de la gare, par dessus le cable qui est placé dans une encoche, pratiquée à cet effet dans le rail. Les wagons remplis d'eau, au sommet du plan, sont mis en mouvement en retirant les coins qui retiennent les roues et leur donnant une légère impulsion. Les wagons à réservoir vides, au bas du plan, tirés par le cable, sortent de la gare derrière le convoi nouvellement arrivé qui se trouve ainsi poussé par eux au sommet du plan sans qu'il soit nécessaire de l'attacher en aucune manière; une fois au sommet, la locomotive qui fonctionne sur tout le trajet, continue immédiatement sa route en entraînant le convoi, laissant sur la ligne les wagons vides qu'il faut de nouveau remplir d'eau, si le prochain convoi qu'on attend est aussi un convoi ascendant. S'il ne l'est pas, les réservoirs supérieurs restent vides, et une partie de l'eau peut être laissée dans les wagons inférieurs pour modérer la vitesse de la descente du convoi et économiser l'eau si elle est rare.

Lorsque le convoi descendant est près du pied du plan incliné, sa marche est légèrement ralentie au moyen des freins; les wagon à réservoir entrent par leur vitesse acquise dans la gare; les aiguilles sont changés; le cable est placé dans l'encoche, et le train continue sa course.

Pour deservir ainsi un convoi de voyageurs, les wagons à réservoir, outre qu'ils sont pourvus de bons freins, doivent avoir une roue à rochet avec chien fixé à l'essieu, agissant exactement comme un cric ordinaire, et dont le but est d'empêcher le train ascendant de rouler en arrière, si

le cable venait à casser. Pour le train descendant, il va sans dire, que le chien est renversé et ce sont les hommes qui accompagnent les wagons à réservoir qui réglent la vitesse au moyen des freins.

Ce service sera mieux compris par un exemple. Supposons un convoi arrivé au pied d'une série de plans inclinés; il dépasse les wagons à réservoir qui sont dans la gare; ceux-ci le suivent en le poussant au sommet du plan et sont accompagués de deux hommes; ils croisent au milieu le train descendant des wagons à eau, accompagé aussi de deux hommes; arrivé au sommet du plan incliné, le convoi laisse derrière lui les wagons à réservoir, dépasse ceux du second plan incliné comme il l'a fait au précédent, emmenant les deux hommes des wagons vides qui vont monter.

Ainsi tous les hommes ont changé de place, le devoir de chaque couple est de vider les derniers wagons descendus et de remplir les autres. En s'y prenant convenablement, la même eau peut servir à plusieurs plans. De fait, le même convoi de wagons à réservoir pourrait passer d'un plan à un autre ce qui serait une économie de capital. Mais, pour les convois de passagers, il vaut mieux que chaque train de wagons à réservoir reste constamment attaché à son cable, afin d'éviter les risques et les retards qu'il y a à attacher et à détacher chaque fois qu'un plan incliné doit être franchi.

Le personnel nécessaire pour desservir une série de plans inclinés est donc de deux hommes au pied du plan inférieur. Entre les passages des convois, ces hommes sont employés à l'entretien du chemin de fer et à réparer et graisser les machines.

Remarquons que l'on doit toujours connaître le poids du convoi qui va monter pour savoir quelle est la quantité d'eau qu'on doit verser dans les wagons à réservoir.

Note B.

DE LA MANIÈRE D'ÉTABLIR LE TRACÉ DANS UN PAYS ACCIDENTÉ.

Il n'est peut-être pas hors de propos d'ajouter ici quelques remarques générales sur la manière d'établir le profil, en supposant que la meilleure ligne ait été déterminée au travers d'un pays où l'on peut se procurer des pentes assez favorables.

Les rapports actuels entre le poids des convois et la puissance de traction des locomotives généralement employées, ont donné lieu à une beaucoup plus grande flexibilité dans le tracé général d'un chemin de fer qu'on n'osait le faire sur les lignes les plus anciennes.

L'expérience a prouvé que les frais, la vitesse en général et la régularité de l'exploitation ne sont pas matériellement affectés par les fréquents changements d'inclinaison qu'on a introduits en Angleterre, sur quelques lignes récentes, dans le but de diminuer les dépenses de construction. Ces inclinaisons ont été portées sur plusieurs lignes jusqu'à un maximum de 1 pour 100 employé librement dans les deux sens pour passer par-dessus une route ou un canal navigable au moyen d'un pont beaucoup plus élevé que la surface générale du pays, ou pour réduire une tranchée de telle sorte que des pentes courtes soient franchies au moyen de la vitesse acquise, sans aucun inconvénient résultant de la variation dans la rapidité du convoi, et avec un avantage plus positif, si elles aboutissent à une station principale.

Cette manière de traiter le profil est particulièrement applicable à plusieurs des principales lignes de la Suisse,

où le tracé longe le parcours d'une grande rivière et passe d'un plateau d'allnvions à un autre, par des pentes nombreuses ou de subits changements de niveau de 10 à 20 mètres de hauteur verticale. Dans ce cas l'introdution des pentes de 10 ou de 8 pour mille diminuera d'une manière très-sensible les frais de construction.

La planche II. représente une partie d'un profil de ce genre, comme on en trouve dans presque toutes les grandes vallées de la Suisse. Dans cet exemple les plateaux sont supposés extraordinairement courts. Une simple inspection de la figure montre que l'économie du travail est manifeste et serait plus grande si les plateaux étaient plus longs Il faut ajouter que le point de rencontre de deux sortes d'inclinaison doit être largement arrondi. Dans le fait il n'y a aucune raison qui oblige à avoir un profil qui suive une ligne droite excepté pour la facilité du calcul des hauteurs.

L'application de ce système sera d'une grande influence sur le choix de la position des stations, de même que la position des stations ne sera pas sans importance pour l'usage de ce système; on ne pourra souvent pas l'employer lorsqu'un convoi devra s'arrêter au bas de deux rampes. Cependant, dans la plupart des cas, on a assez de latitude pour placer les stations au sommet des rampes.

Le viaduc de la Birs près de Bâle, et le passage de la Reuss près de Brugg, sont des exemples où une grande économie résulte de l'emploi de ce genre de profil qui, dans le fait, est un léger retour vers le système primitif des routes ordinaires.

Peu de lignes suisses étant dépourvues entièrement de fortes pentes, on trouvera avantageux d'adopter principalement pour locomotives, les machines à six roues dont

4 roues accouplées, d'un diamètre de 4 pieds 9 pouces à 5 pieds anglais ($1^{m}45$ à $1^{m}52$) avec des cylindres de 15 pouces ($0^{m}38$) de diamètre et la course du piston de 22 pouces $0^{m}56$). Le poids des machines étant d'à peu près 17 tonnes; elles pourront marcher avec une vitesse de 25 milles (40 kilomètres) à l'heure sur une ligne à peu près de niveau et pourront remorquer un convoi de 30 à 35 tonnes (non compris le tender) sur une rampe de 1 sur 60 avec une vitesse d'environ douze milles (19 kilomètres) à l'heure.

Il est fort à désirer que le poids et la force des machines soit limité de manière à ne pas rendre excessif le poids des rails et à ne pas trop accélérer l'usure de la voie.

ERRATA.

Page 24, ligne 8 de la note au lieu de 150 ou 180 lisez: 230 à 280.

» » » 5 » » 5 ou 6 » $4\frac{1}{2}$ à $5\frac{1}{2}$.

» » » 7 » » 8 ou 10 » $5\frac{1}{2}$ à $6\frac{1}{2}$.

» 29 et 64, au lieu de Lugano, Bellinzona et Locarno seulement Lugano et Bellinzona.

TABLE DES MATIÈRES.